ప్రొఫెసర్ పి. ఎస్. పిచ్చుముత్తుగారికి భూవిజ్ఞాన శాస్త్రరంగంలో విశేషమైన అనుభవం ఉంది. వీరు గ్లాస్గో యూనివర్సిటీలో పిహెచ్. డి., డి. యస్‌సి. డిగ్రీలుపొంది, భూవిజ్ఞానశాస్త్రానికి సంబంధించిన శాఖలలో విశ్వవిద్యాలయాలలోనూ, ప్రభుత్వం లోనూ రకరకాల పదవులలో పనిచేశారు. ప్రస్తుతం బెంగుళూరు యూనివర్సిటీలో U. G. C. జియాలజీ ప్రొఫెసరుగా ఉన్నారు. జియలాజికల్ సొసైటీ ఆఫ్ లండన్, రాయల్ సొసైటీ ఆఫ్ ఎడింబరో, ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్సెస్, సొసైటీ ఆఫ్ ఎకనామిక్ జియాలజిస్ట్స్ ఆఫ్ అమెరికా, సైన్స్ సొసైటీ ఆఫ్ మలయా, జియలాజికల్ సొసైటీ ఆఫ్ ఇండియావంటి అనేక సంస్థలలో ప్రొఫెసర్ పిచ్చుముత్తుగారికి సంబంధం ఉంది. వీరు విరివిగా పర్యటనలుచేసి, ద్విశతాధికంగా వైజ్ఞానికవ్యాసాలను జియోమార్ఫాలజీ, జియాలజీ, మినరాలజీ శాఖలలో ప్రచురించారు.

ఈ పుస్తకంలో శ్రీ పిచ్చుముత్తు మనదేశపు భూగోళాన్ని భౌతికశాస్త్రదృష్ట్యా సామాన్య పాఠకులకుకూడా అర్థం అయ్యేటట్లు వివరించారు.

భారతదేశపు భౌతిక భూగోళం

భారతదేశమూ : ప్రజలూ

భారతదేశపు భౌతిక భూగోళం

రచయిత :
సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు

అనువాదము :
"మహీధర"

నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్, ఇండియా
న్యూ ఢిల్లీ

ఏప్రిల్ 1971 (చైత్ర 1893)
April 1971 (Chaitra 1893)

Rs. 4-50
రూ. 4-50

PHYSICAL GEOGRAPHY OF INDIA

(*Telugu*)

PUBLISHED BY THE SECRETARY, NATIONAL BOOK TRUST, INDIA, NEW DELHI-16,
AND PRINTED AT FREEDOM PRESS, 138-A, THIRUVOTHIYUR HIGH ROAD, MADRAS-21.

ముందుమాట

"భారతదేశమూ : ప్రజలు" అనే శీర్షికకింద నేషనల్ బుక్ ట్రస్టువారు ప్రచురించ ప్రయత్నిస్తున్న పుస్తకాలలో ఇది మరొకటి.

భారత ప్రధాని శ్రీ జవహర్‌లాల్ నెహ్రూతో నేను జరిపిన ఒక సంభాషణ ఈ శీర్షిక అవతరించడానికి కారణమైంది. నే నీ విషయమై శ్రీ నెహ్రూతో ముచ్చటించగానే, ఆయన వెంటనే హృదయపూర్వకంగా మెచ్చుకుని, ఈ శీర్షిక విజయవంతం కావడానికి చాలా సూచనలు చేశారు. భారతదేశాన్నిగురించి ఇటువంటి పుస్తకాలు అనేకవిషయాల మీద వెలువడితే ఇవి మనదేశానికి సంబంధించిన ఏ సమాచారం కావాలన్నా విజ్ఞానసర్వస్వంలా, శాశ్వతగ్రంథాలయంగా ఉపకరిస్తా యనీ, విద్యావైజ్ఞానికరంగాలలో జాతీయపురోభివృద్ధికి చక్కని దోహదంచేస్తాయనీ శ్రీ నెహ్రూ అభిప్రాయపడ్డారు.

ఈ శీర్షికకింద మనదేశానికి సంబంధించిన అన్నిరంగాలనుగురించీ వివరించాలని నిర్ణయమైంది. ముఖ్యంగా భూగోళము, భూవిజ్ఞానశాస్త్రము, వృక్షశాస్త్రము, జంతుశాస్త్రము, వ్యవసాయశాస్త్రము, మానవ విజ్ఞాన శాస్త్రము, సంస్కృతి, సాహిత్యము వగైరాలూ, మొత్తంమీద భారత దేశానికి సంబంధించిన ఏ సమాచారానైనాసరే అందజేయగల గ్రంథా లయంగా ఇవి తయారుకావాలని మా ఆకాంక్ష. ఆ యా రంగాలలో నిష్ణాతులైనవారిచేత ఈ గ్రంథాలను వ్రాయించడానికి ప్రయత్నించాం. చదువనేర్చిన సామాన్యపాఠకులకు అర్థం అయేలా ఉండాలని శతథా ప్రయత్నించాం. భారతదేశానికి సంబంధించిన వివిధరంగాల సమా చారము, ప్రవీణులుకాని పఠితలకు ఈ గ్రంథాలలో సులభశైలిలో లభిస్తుంది.

ఈ ఉద్యమనిర్వహణలో మనదేశంలోని వివిధశాస్త్రవేత్తల, పండితుల సహకారం లభించడం మా అదృష్టం. వారి సహాయ సహకారాలు లేకపోతే ఈ ఉద్యమం విజయవంతం కాకపోయేదే. ఈ గ్రంథాల ప్రచురణలో మాకు సహాయపడుతున్న గౌరవసంపాదక వర్గానికి మా కృతజ్ఞతలు.

ఈ గ్రంథంలో ప్రొఫెసర్ సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు మనదేశ భూగోళాన్ని భౌతికదృక్పథంతో సామాన్యులకు అర్థం అయేలా వివరించారు. ప్రొఫెసర్ పిచ్చముత్తుగారికి భూగోళ, భూవిజ్ఞానశాస్త్ర రంగాలలో అనేకసంవత్సరాల అనుభవం ఉన్నది. భూఆకృతీతత్త్వము, భూవిజ్ఞానము, ఖనిజశాస్త్రమువంటి శాఖలలో వీరు అనేక వైజ్ఞానిక వ్యాసాలను ప్రచురించారు.

బి. వి. కేస్కర్.

విషయసూచిక

కృతజ్ఞత

తమ ఫోటోగ్రాఫులను ఈ గ్రంథములో ప్రచురించడానికి అనుమతించినందుకు ఈ క్రిందివారికి మా కృతజ్ఞత తెలుపుకుంటున్నాము :

డైరెక్టర్ జనరల్, సర్వే ఆఫ్ ఇండియా ;
భూవిజ్ఞానశాఖ, బెంగుళూరు యూనివర్సిటీ ;
ప్రొఫెసర్ ఎస్. పి. ఛటర్జీ ; మరియు
సెంట్రల్ ఏరిడ్ జోన్ రిసెర్చి ఇన్‌స్టిట్యూటు.

ఒకటవ ప్రకరణం

పరిచయం

భూమియొక్క ఉపరితలాన్నిగురించీ, దానిమీద బ్రతికే జీవరాసినిగురించీ తెలిపే శాస్త్రాన్ని భూగోళశాస్త్రం అంటారు. ఇందులో మళ్లీ ఎన్నోశాఖలు ఉన్నాయి. వాటిలో మానవజీవితాన్ని దిద్దే భౌగోళికపరిస్థితులను వివరించే శాస్త్రాన్ని *భౌతిక భూగోళశాస్త్రం* అంటారు. దీనినిగురించే ప్రస్తుతం ఈ గ్రంథంలో తెలుసుకుంటాం. ఇందులో సందర్భాన్నిబట్టి ఇతర శాస్త్ర విషయాలనుగురించి అనేకచోట్ల ప్రస్తుతించడం జరిగింది. అటువంటి వాటిలో ఖగోళశాస్త్రము, భూవిజ్ఞానశాస్త్రము, వాతావరణశాస్త్రము, భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రము ఇత్యాదులు ఉంటాయి.

ఖగోళిక భూగోళశాస్త్రం భూమిని ఒక గ్రహంగా పరిగణించి, పటముల తయారీని నిర్దేశిస్తుంది. భూమియొక్క సంరచన ఎల్లా ఉందో, అందులోని ద్రవ్యాలు ఏమిటో, భూమి పైభాగం ఎల్లా ఉందో, యుగయుగాలుగా ఏయే అంతర బాహిరశక్తులు భూమిలో మార్పులు తీసుకువచ్చాయో మొదలైన విషయాలను గురించి తెలిపేది *భౌతిక భూ విజ్ఞానశాస్త్రం. వాతావరణానికి* సంబంధించిన కొన్ని పరిస్థితులవల్ల వాయు జల మండలాలలో కదలికలు ఏర్పడి, శీతోష్ణాది పరిస్థితులలో మార్పులు వస్తూఉంటాయి.

(వాతావరణము, నీరు, భూమి ఆకృతులు – వీటికి సంబంధించిన పరిజ్ఞానం *భౌతిక భూగోళంలో* చేరుతుంది. స్థలిమండలంయొక్క పుట్టుకనూ, చరిత్రనూ గురించి చెప్పే *భూ ఆకృతీతత్త్వశాస్త్రం* కన్న ఈ భౌతిక భూగోళశాస్త్రం మరింత విస్తృతమైనది. భూ ఆకృతీ తత్త్వశాస్త్రానికీ, భూగోళశాస్త్రానికీ చాలా దగ్గర పోలికలు ఉన్నాయి. కాని, ఒక్క భేదం ఉంది.

భూమిమీది నైసర్గికాకృతులను యథాతథంగా పరిగ్రహించి, వాటిని మానవునియొక్క భౌతిక పరిసరాలలో ముఖ్యమైన విషయంగా భూగోళశాస్త్రజ్ఞుడు తీసుకుంటాడు; అసలు ఆ నైసర్గికాకృతులు ఎందుకు ఎల్లా ఏర్పడ్డాయో వివరించ ప్రయత్నిస్తాడు భూ ఆకృతీ తత్త్వవేత్త.)

భూమిమీద కనబడే అనంతకోటి రూపవైవిధ్యాలూ, ఆకృతులూ, ప్రకృతి దృశ్యాలూ చూచి ఆనందించవచ్చు. అసలు ఆ ఆకృతులూ, ఆ వైవిధ్యాలూ ఏర్పడడానికి గల మూలకారణాలూ, పద్ధతులూ కనుక అర్థం చేసుకున్నట్లయితే ఆ ఆనందం ద్విగుణీతం అవుతుంది. కనుక, భూమి ఉపరితలం మీది ఆకృతులను ఉన్నది ఉన్నట్లు సూచాయగా వర్ణించుకుపోవడంతోపాటు, వాటి పుట్టుక, అభివృద్ధికి సంబంధించిన మూలకారణాలను అన్వేషించడం చాలా అవసరం.

మనం నివసించే భూమి మొత్తంమీద ఇంచుమించు గోళాకారంలో ఉంది. ధ్రువముల దగ్గర కాస్త తప్పడగా ఉంది భూమి ఉపరితలం నున్నగా కాక కొన్ని చోట్ల పైకిలేచి పర్వతాలుగానూ, కొన్నిచోట్ల లోపలికి దిగబడి సముద్రాలుగానూ ఏర్పడి ఉంది. భూభాగం *మహాసముద్రము* ల చేత విభక్తమై ఏడు *ఖండాలు* గా ఏర్పడి ఉంది.

భూగోళానికి మధ్యలో ద్రవరూపంలో ఉన్న *క్రోడము* (*core*) దానిచుట్టూ ఉల్లిపాయ పొరలలాగ వేరువేరు సాంద్రతలు కలిగిన *గుల్లలు* (*shells*) ఉన్నాయనీ శాస్త్రజ్ఞుల నమ్మిక. *భూపృష్ఠం* (*crust*) అనబడే *గుల్ల*, భూమిమీద అన్నింటికన్న పైన ఉంది. ఈ *భూపృష్ఠం* లోనే మళ్ళీ రెండు భాగాలు : తేలికైన పై భాగంలో (సియాల్) ముఖ్యంగా గ్రెనైట్ అనబడే రాళ్లు ఉన్నాయి, బరువైన క్రింది భాగంలో (సీమా) బసాల్ట్ అనబడే రాళ్లు ఉన్నాయి. భూపృష్ఠపు పైభాగంలో *అవసాదీయ శిలలు* (*sedimentary rocks*) గల సన్నని పొర ఉంది. దీనిమీద నీటి పొర (మహాసముద్రాలు, సముద్రాలు, సరస్సులు) ఉంది. దీనిని *జలావరణం* (*hydrosphere*) అంటారు. వీటి నన్నింటినీ చుట్టి *వాయుమండలం* (*atmosphere*) ఉంది.

మనం *ఖండములు* (*continents*) అనేవి "*సీమా*" మీద తేలుతున్న బ్రహ్మాండమైన "*సియాల్*" తునకలు. ఈ ఖండములకు ఎల్లలు, మనకు పైకి కనిపించే సముద్రతీర రేఖలు కావు. సముద్రంలోపల మునిగిఉండే సియాల్ ఖండముల అంచులే అసలైన ఎల్లలు. సముద్రంలోకి చొచ్చుకుని ఏటవాలుగా ఉండే భాగాన్ని "*ఖండీయ మగ్నతట భూమి*" (*continental shelf*) అంటారు. దీని బయటి అంచు అంతమైన చోటి నుంచి "*ఖండపు వాలు*" (*continental slope*) అంటారు.

ఇది సియాల్ దిమ్మ యొక్క అసలు ఎల్ల. ఇది చటుక్కున బహూవాలుగా కిందికి దిగి "సముద్ర ద్రోణి" (*ocean basin*) తో కలుస్తుంది.

నేలమీద అత్యున్నత స్థలాలనూ, మహాసముద్రాలలో బహులోతైన ప్రదేశాలనూ చూస్తే రెండిటిలోనూ దీర్ఘ కృతమైన ఆకృతి కనిపిస్తుంది. పర్వతాలు పంక్తులుతీర్చినట్లూ, ముడతలుపడ్డట్లూ, పగిలి జారినట్లూ ఉండే భాగాలతో ఒక కాలంలో భూమి విశేషంగా కదిలినట్లు తెలుస్తుంది. ఇలాంటి పర్వతపంక్తులు ఉండే ప్రదేశాన్ని "చల క్షేత్రములు" (*mobile belts*) అంటారు. ఈ చల క్షేత్రాలకు వెలుపల భూభాగాలు ఇంతకన్న స్థిరంగా ఉంటాయి.

ఖండాల, మహాసముద్రాల నిత్యత్వాన్ని (*permanence*) గురించి చిత్రమైన ప్రశ్న ఒకటి ఉంది. యుగయుగాలనుంచీ ఈ ఖండాలూ, మహాసముద్రాలూ చలనంలేకుండా ఇప్పుడున్నట్లే ఉన్నాయా అన్నది అసలు ప్రశ్న. ఇవి ఎల్ల కాలమూ సుస్థిరంగాలేవనీ, బరువైన సీమా, మేంటిల్ (*mantle*) మీద ఈ సియాల్ దిమ్మలు నెమ్మదిగా కదిలినట్లూ, ఆ కదలడంలో కూడా ధ్రువములకు సాపేక్షంగానే కాకుండా తమలో తాము సాపేక్షంగా కూడా కదిలినట్లూ నిదర్శనాలున్నాయి. సుమారు 30 కోట్ల సంవత్సరాలకు పూర్వం ఇప్పుడున్న భూభాగం అంతా ఒకే ఒక అవిచ్ఛిన్నమైన దిమ్మలాగ (దానిని పేంగాయా అంటారు.) ఉండేదని భావించబడుతోంది. ఆఫ్రికా, దక్షిణ అమెరికా, అంటార్కిటికా, ఆస్ట్రేలియా, ఇండియాలు కలిసి ఉండిన భూభాగమును గోండ్వానా భూమి "గోండ్వానా లాండు" (*Gondwanaland*) అంటారు. ఈ భాగము చీలి చివరకు, చిన్న చిన్న ముక్కలుగా విడిపోయి, అవి దూరదూరంగా జరిగిపోయి, ప్రస్తుతం ఉన్న ఆకారాలలో ఖండాలుగా కనబడుతున్నాయి. ఈవిధమైన "ఖండ వహనము" (*continental drift*) ను సమర్థించే భౌగోళిక, భూ వైజ్ఞానిక నిదర్శనాలు చాలా దొరికాయి.

ఈ మహావిశ్వం పుట్టి సుమారు 500 కోట్ల సంవత్సరాలు అయి వుంటుందని అంచనా. భూ పృష్ఠం ఏర్పడి సుమారు 400 కోట్ల సంవత్సరాలు అయివుంటుంది. దీనితరువాత మరి కొంతకాలానికి భూమిమీద వానలు పడడం ప్రారంభించాయి. అప్పటినుంచీ భూవిజ్ఞాన చరిత్ర ప్రారంభమైనట్లుగా భావించవచ్చు.

రకరకాల ఖనిజములు (minerals) కలిసిన రాళ్ల చేరి భూపృష్ఠం ఏర్పడింది. నిర్దిష్టమైన పరమాణుసంరచన, రసాయన సంయోజనము కలిగి ప్రకృతి సహజంగా

ఏర్పడిన ఇనార్గానిక ద్రవ్యాన్ని *ఖనిజము* అంటారు. ప్రకృతిలో వందలకొద్దీ ఖనిజములు ఉన్నప్పటికీ, వాటిలో బహు కొద్దిభాగం మాత్రమే రాళ్లల్లో కలుస్తాయి. ఈ విధంగా *రాళ్లలో కలిసే ఖనిజము* లలో క్వార్ట్జ్, ఫెల్డ్‌స్పార్, మైకా, ఏంఫిబోల్, పైరోక్సిన్, ఒలివైన్ అనేవి ముఖ్యమైన జాతులు.

భూపృష్ఠశిలలను మూడు జాతులుగా విభజించవచ్చు. (1) కరిగిన శిలాద్రవం (మాగ్మ) గడ్డకట్టగా ఏర్పడ్డ గ్రెనైట్, బసాల్ట్ వంటి *అగ్నేయ శిలలు* (*Igneous rocks*) (2) నిలువ నీటిలో అడుగున మడ్డిలాచేరి ఏర్పడ్డ ఇసుకరాయి, సున్నపురాయివంటి *అవసాదీయ శిలలు* (3) అగ్నేయ శిలలుగాని, అవసాదీయ శిలలుగానీ, వేడిమివల్లగానీ, వత్తిడివల్లగానీ లేదా రెంటివల్లాగానీ మార్పులుచెంది ఏర్పడిన గ్నీస్ (gneiss), క్వార్ట్జైటు (quartzite) వంటి "*కాయాంతరిత శిలలు*" (*metamorphic rocks*).

ఆగ్నేయశిలలలో "*బహిస్రావితములు*" (*extrusive*), "*అంతస్రావితములు*" (*intrusive*) అని రెండు రకాలు. "*లావా*" అనే కరిగిన శిలాద్రవం అగ్నిపర్వతముఖంనుంచి బయటికి వెదజల్లబడితే అది బహిస్రావితం అవుతుంది. ఆగ్నేయ అంతస్రావితములలో పెద్దవి, చిన్నవి అని మళ్లీ రెండు రకాలు ఉన్న అంతస్రావితములలో డైక్సు (*dykes*), సిల్సు (*sills*) అని రెండు విధాలు. నిటారుగా నిట్టనిలువు గోడలలా ఉండేవి డైక్సు. అడ్డంగా పలకల్లా ఉండేవి సిల్సు. పెద్ద *అంతస్రావితము* లలో శిలాద్రవం అత్యధికంగా ఉండడంచేత, నెమ్మదిగా చల్లబడి, గుగ్గులు గుగ్గులుగా ఏర్పడుతుంది. అటువంటి స్థూలకణీయ (course grained) శిలలను "*పాతాళీయ శిలలు*" (*plutonic rocks*) అంటారు. *అగ్నిపర్వత శిలలు*, చిన్న అంతస్రావితములు సూక్ష్మకణీయములు (fine-grained) అయి ఉంటాయి.

భూమి పైభాగాన ఉన్న శిలలకు గాలి, నీరు తగులుతూ ఉండడంచేత శిలలు రాసాయనికంగా మార్పుచెంది, ముక్కలై పొడిపొడి అయి, ఆ పొడి జలప్రవాహాలచేత మోసుకుపోబడి, మడ్డిలా కిందికి దిగబడుతుంది. *అవసాదీయ శిలలు* ఏర్పడడానికీ భూమి పైభాగాన్ని మార్చి, ప్రకృతి దృశ్యాలలో అనంతవైవిధ్యం కల్పించడానికీ ఈ ప్రక్రియ తోడ్పడుతుంది.

అవసాదములలో రెండు ముఖ్య విభాగాలు వున్నాయి. (1) *మల్వానిర్మిత* (*Detrital*) *అవసాదములు* : ఇందులో ఖనిజకణములు, గులకరాళ్లు, ఇసుక, మృత్తికలూ ఉంటాయి. (2) *రాసాయనిక అంగారక పదార్థ అవసాదములు.* సున్నపురాళ్లు, బొగ్గు ఈ తెగకి చెందినవి. ఇటువంటి అవసాదములు గట్టిపడి *అవసాదీయ శిలలు* ఏర్పడుతాయి. *పొరలుగా* ఏర్పడడం వీటి లక్షణం. ఒక్కొక్క పొర ఒక్కొక్క అవసాద ప్రక్రియాఫలితం. క్షితిజ సమాంతరంగా పొరలు ఏర్పడుతాయి. వేరు వేరు పొరలను విడదీసే *సంస్తరణ తలములు* (*Bedding planes*) అవక్షేపణ ప్రక్రియలోని అంతర్గములను (pauses) సూచిస్తాయి. *పొరల దొంతరను 'స్తరణము'* (*Stratification*) అంటారు.

ఆగ్నేయశిలలు, అవసాదీయశిలలూ కూడా చలక్షేత్రములలో కప్పబడి ఉండి, అమితమైన ఉష్ణోగ్రతకూ, వత్తిడికీ, రసాయనిక ప్రక్రియలకు లోనుకావచ్చు. ఈవిధంగా *కాయాంతరణం* జరిగి, శిలలలో కొత్త ఖనిజములు చేరి, కొత్త రూపు రావచ్చు. ప్రాంతీయమైన శిలలలో ఆగ్నేయ అంతస్స్రావ ఫలితంగా ఏర్పడ్డ వేడిమివల్ల *సంపర్క కాయాంతరణం* (*contact metamorphism*) జరుగుతుంది, వత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత అత్యధికంగా ఉండే చలక్షేత్రములలో *ప్రాంతీయ* (*regional*) *కాయాంతరణం* జరుగుతుంది. ప్రాంతీయ కాయాంతరిత శిలల రూపురేఖలు ఫలకములుగా, షిస్టోజుగా, కణీయములుగా, గ్నీసులుగా ఉంటాయి.

ఈవిధంగా వివిధభౌతిక రసాయనిక ధర్మాలు కలిగిన వివిధజాతుల శిలలు భూమి ఉపరితలం మీద ఉంటే గాలి, నీరు, మంచు, భూమ్యాకర్షణవంటివాటి శక్తులవలన అవి అనాచ్ఛాదితములు (denudation), అవక్షేపణం (deposition)వంటి ప్రక్రియలకు లోనుకావడం జరుగుతుంది. దీనిని "*అపక్షయం*" (*weathering*) అంటారు. యాంత్రికరాసాయనిక ప్రక్రియా మిశ్రితమైన ఈ అపక్షయ క్రియవల్ల సామాన్యంగా అవశేష (*residual*) అవక్షేపములు ఏర్పడతాయి. *భూమి గతజల* (*ground-water*) చలనములవల్ల స్రోతస్సులు (springs), ఉత్స్రుత (artesian) ద్రోణులు ఏర్పడుతాయి. భూమిగతజలము వలని రసాయన ఫలితములు *ద్రావణము* (*solution*) లోనూ, *అవక్షేపణం* (*deposition*) లోనూ కనిపిస్తాయి. భూమి గతజలసంతృప్తం (saturated) అయిన శిలలు జారుడుగా అయి, భూమ్యాకర్షణవల్ల కదిలి, ఖండ ఖండములుగా విరిగిపోవచ్చు.

భూమిమీద వర్షంరూపంలో నీరు పడుతుంది. ఆ నీరు ప్రవాహాలై నదులు ఏర్పడుతాయి. గురుత్వాకర్షణవల్ల నీరు ప్రవహిస్తుంది. వాలు ఎక్కువైనకొద్దీ ప్రవాహవేగం పెరిగి, అపరదనబలం (erosive power) పెరుగుతుంది. ద్రావణ రూపంలోగానీ, ఘనపదార్థపుకణముల రూపంలోగానీ ద్రవ్యం నదులవల్ల మోసుకుపోబడుతుంది. వాలు తగ్గినందువల్లగానీ, జల అయతనం (volume) తగ్గినందువల్లగానీ ప్రవాహవేగం తగ్గి, పరివహితమయే పదార్థం కొంత దిగబడి పోతుంది.

ధ్రువప్రాంతాలలోనూ, పర్వతశిఖరాలమీదనూ నీరు గడ్డకట్టి, హిమానీప్రవాహాలూ, హిమఫలకములూ ఏర్పడుతాయి. హిమ ప్రవాహాలవల్ల అపరదనము, పరివహనము (transportation), అవక్షేపణము జరిగి ప్రత్యేకమైన భూ ఆకృతులు ఏర్పడుతాయి.

వివిధకారణాలవల్ల ఏర్పడ్డ ద్రోణులలో సరస్సులు ఏర్పడుతాయి. నదుల యాంత్రికభారం చాలాభాగం వీటిలో నిక్షిప్తం అవుతుంది. ఏకారణంచేతనైనా బహిర్మార్గం (outlet) మూసుకుపోతే, వీటిలోని నీటిలో అంతకంతకు ఉప్పు అధికమై, ఉప్పువంటి సరస్సులు ఏర్పడుతాయి.

సముద్రాలవల్ల అపరదనము, పరివహనము, అవక్షేపణము జరుగుతాయి. ప్రవాహాలు (currents), పాటుపోట్లు (tides), నదులు సముద్రతీరాలను కోసి, వేదికలను ఏర్పరుస్తాయి.

వాతావరణశాఖా అవలోకనాలలో (meteorological observations) భూగోళ శాస్త్రజ్ఞునికి కావలసినవి ఉష్ణోగ్రత, వత్తిడి, పవనములు (winds), ఆర్ద్రత (humidity), వర్షపాతము. వీటి ప్రభావంవల్లనే, వివిధ ఋతుధర్మాలు, వర్షపాతము, ప్రాంతీయ ప్రత్యేకతగల వృక్షసంపద నిర్ణీతములు అవుతాయి.

ముందు ప్రకరణాలలో స్థూలంగా పైనచెప్పిన భౌతిక భూగోళ విషయాలను గురించి వివరంగా తెలుసుకుంటాం. భూసంరచన, అందులోని ద్రవ్యాలు, భూమి అంతరంగంలోనూ, బయటనూ అనేక యుగాలుగా మార్పులు కలిగిస్తున్న వివిధ శక్తులూ, వంటి భూవిజ్ఞానశాస్త్ర మౌలిక సిద్ధాంతాలనుగురించి ఈ గ్రంథంలో ప్రత్యేకంగా తెలుసుకుంటాం. భూమియొక్క రూపురేఖలు వాటివల్లనే తీర్చి దిద్దబడుతాయి కనుక, వాటిని గురించి తెలుసుకోవడం ముఖ్యం.

రెండవ ప్రకరణం

మనం నివసించే భూమి

భూగ్రహం

సూర్యుడు, తొమ్మిదిగ్రహాలూ, వాటి ఉపగ్రహాలూ, లఘుగ్రహాలూ (asteroids)—ఇవి సౌరకుటుంబంలో ప్రముఖమైనవి. ఈ కుటుంబ సభ్యులకు సూర్యుడు తండ్రివంటి వాడని ఒక నమ్మిక. మనభూమితోసహా గ్రహములు ఈ మహావిశ్వపు తొలిదశలో - నక్షత్రాలు పుట్టిన వెంటనే - పుట్టి ఉండవచ్చు.

సౌరకుటుంబంలో భూమికిగల స్థానం సామాన్యమైనది. ఇది సూర్యుడికి దగ్గరలో ఉంది, కాని మరీ అంత దగ్గరలో మాత్రం కాదు. ఇది ఒకపాటి చిన్న గ్రహమే కాని, బొత్తిగా చిన్నారి గ్రహమేమీ కాదు. భూమికీ సూర్యునికీ మధ్య సరాసరి దూరం 1,486,460,000 కి.మీ. ఇది భూ బుధుల మధ్య దూరానికి సుమారు మూడురెట్లు. ఇది నెప్ట్యూన్ - సూర్యుల మధ్య దూరంలో ముప్పైయవ వంతు మాత్రమే. భూమివ్యాసం (12,742 కి.మీ.) కుజగ్రహవ్యాసానికి రెట్టింపు. కొన్ని గురుగ్రహవ్యాసంలో పదోవంతుకన్న తక్కువ, సూర్యవ్యాసంలో వందవంతుకన్న తక్కువ.

భూమియొక్క సాంద్రత 5·52 (నీటి సాంద్రత = 1), ఇది శుక్రగ్రహ సాంద్రత (5·15) కన్న రవ్వంత అధికం. సూర్యుని సాంద్రత (1·4) తోటీ, శనిగ్రహసాంద్రత (0·7) తోటీ పోల్చి చూస్తే భూమిసాంద్రత చాలా ఎక్కువ.

భూమి వయస్సు

బహు పురాతనకాలంనుంచీ ప్రతిజాతిలోనూ భూమి పుట్టుకనుగురించీ, సృష్టి సంవిధానాన్నిగురించీ చిత్రమైన కథలు ఉన్నాయి. ఆ కథలు అన్నీ ఈనాడు పిచ్చిపిచ్చిగా కనిపిస్తాయి. తార్కికంగా ఆలోచించగల మేధావి అయిన మానవుడికి భూమిచరిత్ర అనేది సమాధానం దొరకని సవాలుగానే ఉంటూ వచ్చింది.

భూమి వయస్సును తెలుసుకోడానికి ఖగోళశాస్త్రజ్ఞులు, భౌతికశాస్త్రజ్ఞులూ చాలా ప్రయత్నాలే చేశారుగానీ, భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులే మొట్టమొదటిసారిగా భూమి వయస్సు అనేకవందల మిలియన్ల సంవత్సరాలు అయి ఉండాలని నిర్ణయించ గలిగేరు. భూమియొక్క రూపురేఖల క్రమాంతర పరిణామాన్నిబట్టీ, అవసాదనము (sedimentation), ఫాసిల్సు (fossils)నీ చూచి తెలుసుకున్న జీవ పరి

ణామపద్ధతినీ బట్టి భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులు ఈ నిర్ణయం చేయగలిగేరు. మొట్టమొదట భౌతికశాస్త్రజ్ఞులు భూమి వయస్సును చాలా తక్కువ అంచనా వేసినప్పుడు అది సరికాదని భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులే వ్యతిరేకించవలసి వచ్చింది.

రేడియో ధార్మికత్వాన్ని (Radio activity) కనుగొన్నాక ఈ పరిశోధనలకు కొత్తరక్తం పట్టింది. రకరకాలశిలలు ఎప్పుడెప్పుడు పుట్టేయో తెలుసుకోడానికి తగ్గ సాధనం కనిపెట్టబడింది. శిలల వయస్సు తెలియడంతో భూపృష్ఠపు వయస్సూ, దానితో భూమి వయస్సూ అంచనా వేయడం సాధ్యమైంది. ప్రకృతిలో కొన్ని మూలపదార్థాల పరమాణువులు రేడియోధార్మిక విచ్ఛిత్తి పొంది కొత్త మూలపదార్థాలుగానూ, కొత్త ఐసోటోపులుగానూ మారిపోతాయి. ఒక్కొక్క మూలపదార్థానికి ఒక్కొక్క విశిష్టమైన ఖచ్చితమైన వేగంతో (రేటుతో) ఈ రేడియో ధార్మిక విచ్ఛిత్తి కొనసాగుతుంది. ఈ విచ్ఛిత్తిని కొలవగల పరికరాలు ఉన్నాయి. శిలలలో గల ఖనిజాలలో ఒక రకమైన చిన్నారి రేడియో ధార్మిక "గడియారాలు" లాంటివి ఉన్నాయనీ, అవి కాలాన్ని కొలిచిపెడుతూ ఉంటాయట. ఈ గడియారాలు చూపించే కాలాన్నిబట్టి ఆ శిలలవయస్సు తెలుసుకోవచ్చు. ప్రపంచంలో అన్నిచోట్లా శాస్త్రజ్ఞులు ప్రస్తుతం ఈవిధమైన రేడియో ధార్మిక కాల నిర్ణయం చేస్తున్నారు. ఈ పద్ధతి ననుసరించి భూపృష్ఠంలోని శిలలు చాలాభాగం 350 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఏర్పడ్డాయని నిర్ణయించారు. కనుక ద్రవరూపంలో ఉండిన భూగోళపు పైపెచ్చు గట్టిపడి సుమారు 350 కోట్ల సంవత్సరాలై ఉంటుందని అంచనా వేశారు. భూమి వయస్సు సుమారు 500 కోట్ల సంవత్సరాలని భావింపబడుతుంది.

భూమి ఆకారం

సుమారు 2500 ఏళ్ల క్రిందట సుప్రసిద్ధ గ్రీకు తత్త్వవేత్త పైథాగరస్ మన భూమి గోళాకారంలో ఉండిఉంటుందని ఊహించాడు. భూమి నిజంగా గోళాకృతిలోనే ఉన్నదని క్రీ. శ. 1519-1522 సంవత్సరాల మధ్య మాజిల్లాన్, డెల్ కానో అనే నావికులు ఓడలమీద చేసివచ్చిన భూప్రదక్షిణం ఋజువుచేసింది. ఈ రోజుల్లో రాకెట్లు కొద్ది నిమిషాలలో భూప్రదక్షిణాలు చేసి, భూమిని ఫోటోలు తీసి మనకు తెచ్చి ఇస్తున్నాయి. ఆ ఫోటోలలో భూమి గుండ్రంగా ఉన్నదని స్పష్టంగా కనిపిస్తోంది. నిజానికి భూమి నిర్దుష్టమైన గోళం కాదు. భూమి తన చుట్టూ తాను తిరగడంవల్ల ఏర్పడే వికేంద్రత్వశక్తి (centrifugal force) భూకేంద్రంనుంచి బయటిపని చేస్తుంది. ఈశక్తి భూమధ్యరేఖదగ్గర అత్యధి

కంగా ఉంటుంది. కనుక ఈ శక్తివల్ల భూమధ్యరేఖదగ్గర ఉబ్బెత్తుగానూ, ధ్రువాలదగ్గర చదునుగానూ ఉంటుంది. ధ్రువాక్షము (polar axis) 12,713·8 కి.మీ. ఉంది. విషువద్వ్యాసం (equatorial diameter) (12,756.8 కి.మీ.) కన్న ధ్రువ వ్యాసం 43 కి.మీ. తక్కువ.

భూగోళాన్ని గురించిన కొన్ని వివరాలు

పరిమాణము, ఆకృతి

విషువత్ వ్యాసార్ధం (equatorial semi-axis)	....	6,374·4 కి.మీ.
ధ్రువ వ్యాసార్ధం (Polar semi-axis)	....	6,356·9 కి.మీ.
సరాసరి వ్యాసార్ధం	....	6,371·0 కి.మీ.
విషువత్ పరిధి (equatorial circumference)	....	40,077·0 కి.మీ.
ధ్రువపరిధి	....	40,009·0 కి.మీ.

వైశాల్యం

భూభాగం (29·22%)	....	149	మిలియను చ. కి. మీ.
సముద్రాలు, మహాసముద్రాలు (70·78%)	....	361	,,
మొత్తం భూమి ఉపరితలవైశాల్యం	....	510	,,

మందము - సాంద్రత

	సరాసరిమందం లేక వ్యాసార్ధం కి.మీ.	సరాసరి సాంద్రత గ్రా/సెం.మీ.
సముద్రాలు, మహాసముద్రాలు	3·8	1·03
భూపృష్ఠం (ఖండేయమగ్నతట భూమితోసహా)	35·0	2·8
సముద్రపృష్ఠం (ఖండేయమగ్నతట భూమితీసివేస్తే)	8·0	2·9
మేంటిల్	2881·0	4·53
క్రోడము	3473·0	10·72
మొత్తం భూమి	6371·0	5·517

భూ భాగం

అన్నింటికన్న ఎత్తైన ప్రదేశం (ఎవరెస్టు శిఖరం)	.... 8,848 మీ.
సరాసరి ఎత్తు	.... 840 మీ.

మహాసముద్రం

అన్నింటికన్న లోతైన ప్రదేశ్ (మరియానాస్ ట్రెంచి)	.... 11,036 మీ.
సరాసరి లోతు	.... 3,808 మీ.

భూమి పొరలు

భూగోళాన్ని స్థూలంగా చూస్తే మధ్యలో ఒక రాతిబంతి, దానిచుట్టూ విచ్ఛిన్నంగా (discontinuous) జలమండలం అనబడే నీటిపొర, వీటి నన్నిటినీ చుట్టి వాయుమండలం అనబడే గాలిపొర ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి.

వాయుమండలం లో రకరకాల వాయువులు, బాష్పములు (vapours) ఉండి, భూమిని అన్నివైపులా కమ్ముకుని ఉన్నాయి. ఇందులో ముఖ్యంగా ఆక్సిజన్, నైట్రొజన్, స్వల్పంగా నీటిఆవిరి, కార్బన్ డైఆక్సైడు, ఆర్గానువంటి జడవాయువులూ ఉన్నాయి. ఈ వాయుమండలంలోనే శీతోష్ణాదివాతావరణ పరిస్థితులు, పవనములు, వానలు, మంచు మొదలైనవి ఏర్పడుతాయి. వాయుమండలంలో పైకివెళ్లినకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత అతివేగంగా తగ్గిపోవడం మొదలుపెడుతుంది. ఈ భాగాన్ని క్షోభమండలం (Troposphere) అంటారు. ఇక్కడే మేఘాలు ఏర్పడతాయి. సంనయనము (convection) అధికంగా ఉంటుంది.

భూమి ఉపరితలం లో సుమారు 3/4 వ వంతున ఆక్రమించుకున్న మహాసముద్రాలు, సముద్రాలు, సరస్సులు, నదులు - వీటిని జలమండలం అంటారు. భూమి లోపలకూడా కొన్నివందల మీటర్ల లోతుదాకా ఖాళీప్రదేశాలనూ, రాళ్ళమధ్య నెరియలనూ ఆక్రమించుకుని నీరు ఉంటుంది. దీనిని భూమిగతజలం (పాతాళగంగ) (ground water) అంటారు. నూతులకూ, బుగ్గలకూ నీరు ఇందులోనుంచే వస్తుంది.

భూగోళపు పై భాగంలో ఘనపదార్థంగా ఉన్న పొరను స్థలమండలం (*lithosphere*) అంటారు. ఇందులో రకరకాల రాళ్లు ఉంటాయి. ఈ స్థలమండలంలో అన్నింటికన్న పైపొరలో మట్టి ఉంటుంది.

విశ్వసృష్టిని గురించి చర్చించే సిద్ధాంతాలు చాలామట్టుకి భూగోళం ఒక కాలంలో ద్రవరూపంలో ఉండేదని చెప్తాయి. ద్రవరూపంలో ఉన్న భూగోళంలో ద్రవముల సాంద్రతాభేదములను బట్టి పొరలుగా ఏర్పడ్డాయి. అన్నింటికన్న బరువైన ఇనుము, నికెల్‌వంటి ధాతువులు భూకేంద్రం దగ్గరకు చేరుకున్నాయి. అదే క్రోడము (*core*). ఇక్కడి సరాసరి సాంద్రత 10·72. ఒకపాటి తేలికైన సిలికేటు ఖనిజములు భూగోళపు పైభాగానికి చేరి భూపృష్ఠం ఏర్పడింది. ఈ భాగంలో సరాసరి సాంద్రత 2·86. భూపృష్ఠానికీ క్రోడానికీ మధ్యనున్న భాగాన్ని మేంటిల్ (*mantle*) అంటారు. బరువైన రాళ్లు ఇందులో చేరేయి. దీని సరాసరి సాంద్రత 4·53. భూపృష్ఠానికీ మేంటిల్‌కీ మధ్య సరిహద్దు విచ్ఛిన్నంగా ఉంటుంది. దీనిని మొహరోవిసిక్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు కనుగొన్నాడు. కనుక దీనిని మొహరోవిసిక్ విచ్ఛిన్నత అంటారు. భూకంపతరంగాలు ఈ మొహరోవిసిక్ విచ్ఛిన్నతా తలానికి పైన సెకనుకి 7·2 కి.మీ. వేగంతోనూ, ఈ తలానికి దిగువను 8·1 కి.మీ. వేగంతోనూ ప్రయాణం చేస్తాయి.

భూపృష్ఠము

భూపృష్ఠంలోని శిలలను రెండు వరములుగా విడదీయవచ్చు :

(1) తేలికైన గ్రెనైట్‌వంటి ఆమ్లశిలలూ (acid rocks) తత్సంబంధమైన ఇతరశిలలు, సైకతశిలలు (sand stones,) షేల్స్ (shales) వంటి అవసాదీయ శిలలు (sedimentary rocks) కలిపి ఉన్న భాగం. దీని సరాసరి సాంద్రత 2·7. ఈ శిలలలో సిలికా, అల్యూమినియా అధికంగా ఉండడంచేత భూపృష్ఠంలోని ఈ శిలల నన్నింటినీ "సియాల్" (*Sial* = Si + al = Silica + Alumina) అనే స్మరణోపకారి (mnemonic) అయిన పేరుతో వ్యవహరిస్తారు.

(2) నల్లని బరువైన క్షారశిలలు (basic rocks) ఉన్న భాగం. ఇందులో ముఖ్యంగా బసాల్ట్, తత్సంబంధమైన శిలలూ ఉంటాయి. వాటి సరాసరి సాంద్రత 2·8 కీ 3·0 కీ మధ్యలో ఉంటుంది. ఇందులో ఇంకా బరువైన, 3·4 సాంద్రత కలిగిన అతిక్షారీయ (ultra basic) శిలలు కూడా ఉంటాయి. ఈ శిలలలో అత్యధిక భాగం సిలికా, ఐరన్ ఆక్సైడు, మెగ్నీషియా ఉంటాయి. వీటి నన్నింటినీ కలిపి "సీమా" అనే స్మరణోపకారిక నామంతో వ్యవహరిస్తారు. (*Sima* = Si + Ma = *S*ilica + *Ma*gnesia)

లోతైన మహాసముద్రాల నేలమీద సియాల్ మచ్చుకైనా కనబడదు. విచ్ఛిన్న సియాల్ పొరకింద అన్నిచోట్లా సీమా పొర ఉంటుందని పూర్వం అమలులో ఉన్న భావం సరియైనది కాదు. ఖండపృష్ఠంలో సియాల్, బసాల్ట్‌శిలలు ఒకదానితో ఒకటి కలిసిపోయి ఉంటాయి. కనుక, ఖండములకు కింద ప్రతిచోటా బసాల్ట్ పునాది ఉండితీరాలని ఏమీలేదు. కాని, సామాన్యంగా ఖండపృష్ఠంక్రింద బసాల్టు, తదితర క్షారీయశిలలు విరివిగా ఉంటాయి.

భూచలనములు - తత్ఫలితములు

భూమికి మూడు ముఖ్యమైన చలనా లున్నాయి. యావత్తు సౌరకుటుంబంతో పాటుగా భూమి అంతరిక్షం (space) లో ప్రయాణం చేస్తోంది. సూర్యునిచుట్టూ 365·25 రోజుల కొకసారి *ప్రదక్షిణం* చేస్తోంది, ఇంచుమించు వృత్తాకార కక్ష్యలో, భూమి తనచుట్టూ తాను 24 గంటల కొకసారి తిరుగుతోంది. భూమి తనచుట్టూ తాను తిరిగే ఇరుసు నిజానికి భూకేంద్రంనుంచి వెళ్ళే ఒక ఊహారేఖ మాత్రమే. *ఘూర్ణనాక్షం* (axis of rotation) భూమి ఉపరితలాన్ని ఖండించే బిందువులను *ఉత్తర దక్షిణధ్రువాలు* అంటారు. *భూమధ్యరేఖ* అనేది ధ్రువములకు సరిగ్గా మధ్యగా భూగోళంచుట్టూ గీసిన ఊహారేఖ. ఇది భూమిని రెండు సరిసమానమైన అర్ధగోళాలుగా విడదీస్తుంది.

భూమియొక్క ఘూర్ణనం (rotation) వల్ల రాత్రి, పగలు ఏర్పడుతాయి. భూమి సూర్యునిచుట్టూ తిరిగే కక్ష్యాతలానికి సరిగ్గా లంబంగా భూ ఘూర్ణనాక్షం ఉండిఉంటే భూగోళంమీద అన్నిచోట్లా అన్ని కాలాలలోనూ, దివారాత్రాలు ఒకే పొడవు కలిగివుండేవి. పైగా ఏ అక్షాంశంమీద చూచినా ఏడాదిపొడుగునా ఒకే ఋతువు ఉండేది. కాని భూ ఘూర్ణనాక్షం కక్ష్యాతలానికి లంబంగా కాక $23\frac{1}{2}$ డిగ్రీలు పక్కకి వంగి ఉంది. భూమి సూర్యునిచుట్టూ తిరిగే కక్ష్యాతలాన్ని "*క్రాంతి వృత్తం*" (*Ecliptic*) అంటారు. భూమి సూర్యునిచుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటే ఉత్తర దక్షిణధ్రువాలు మాత్రం ఎల్లప్పుడూ నక్షత్రమండలంలో ఒకే స్థిరమైన దిశను సూచిస్తూ ఉంటాయి. ఉత్తరార్ధగోళంలో వేసవి అయినప్పుడు ఉత్తరార్ధగోళం సూర్యాభిముఖంగా ఉంటుంది; శీతాకాలంలో సూర్యునికి పరాఙ్ముఖంగా ఉంటుంది. భూమి ఇరుసు వంగియుండడంచేత మధ్య - అక్షాంశ దేశా

లలో వసంతము, గ్రీష్మము, శిశిరము, హేమంతము అనే నాలుగు నిర్దిష్టమైన ఋతువులు ఏర్పడుతాయి. ఉత్తర దక్షిణ ధ్రువప్రాంతాలలో 6 నెలలు పగలు, మిగిలిన ఆరునెలలు రాత్రి. ఈ పరిస్థితి $66\frac{1}{2}°N$ కి ఉత్తరాన, $66\frac{1}{2}°S$ కి దక్షిణాన ఉంటుంది. ఈవిధమైన అవిచ్ఛిన్న దివారాత్ర ప్రదేశాల సరిహద్దు అక్షాంశరేఖలను *ఆర్క్టిక్ వృత్తము, అంటార్క్టిక్ వృత్తము* అంటారు.

ఋతుభేదములు కలగడమూ, ధ్రువప్రాంతల సుదీర్ఘమైన రాత్రింబవళ్లు ఉండడమూ - వీటికి కారణం భూమిమీద వివిధఅక్షాంశాల దగ్గర లభించే వేడిమి, వెలుగులలో భేదాలు ఉండడమే. భూమిమీద సూర్యకాంతి సరిగ్గా అర్ధభాగం మీద పడుతుంది ఎల్లప్పుడూ. సంవత్సరంలో మూడు ప్రత్యేకదినాలలో భూమిమీద సూర్యకాంతి ఏవిధంగా పడుతుందో పరిశీలిద్దాం.

జూన్ 21-వ తేదీని భూఅక్షపు ఉత్తరపుకొన - అంటే ఉత్తరధ్రువం - సూర్యునివైపు వంగి ఉంటుంది. ఆర్క్టిక్‌వృత్తం పూర్తిగా వెలుగులో ఉంటుంది. అంటార్క్టిక్‌వృత్తం పూర్తిగా చీకటిలో ఉంటుంది. ఉత్తరార్ధగోళంలోని అక్షాంశరేఖలలో సగానికి పైగా సూర్యకాంతిలో ఉంటాయి, దక్షిణార్ధగోళంలో సగానికి పైగా చీకటిలో ఉంటాయి.

మార్చి 21, సెప్టెంబరు 22 తేదీలలో భూమి ఇరుసు సూర్యకిరణాలకి లంబంగా ఉంటుంది. దివారాత్రాలపొడవు భూమిమీద అంతటా సమానంగా (12 గంటలు) ఉంటుంది. ఈ రోజులను *విషువములు (equinoxes)* అంటారు. (equinoxes అంటే equal nights అని అర్థం).

డిసెంబరు 22-వ తేదీని ఉత్తరార్ధగోళం సూర్యునికి దూరంగా వంగిఉంటుంది. కనుక, అక్కడ పగలు జూన్ 21 నాటికన్న కురుచగా ఉంటుంది. ఈ సమయంలో దక్షిణార్ధగోళం సూర్యాభిముఖంగా ఉంటుంది. కనుక అక్కడ పగలు దీర్ఘతమంగా ఉంటుంది.

మార్చి 21 న భూమధ్యరేఖమీద నడినెత్తిన ఉన్న సూర్యుడు క్రమంగా ఉత్తరానికి జరుగుతున్నట్లు కనిపిస్తాడు. ఆఖరికి జూన్ 21 న సూర్యుడు $23\frac{1}{2}°N$ అక్షాంశంమీద స్థిరంగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తాడు. తరువాత మళ్లీ దక్షిణానికి కదులుతాడు. ఉత్తరార్ధగోళంలో సూర్యుడు ఈవిధంగా స్థిరంగా ఉండడాన్ని "*కర్కాటక*

సంక్రమణం" *(summer solstice)* అంటారు. 23½°N అక్షాంశాన్ని *కర్కాటకరేఖ* *(Tropic of Cancer)* అంటారు. (tropic అంటే turning point అని అర్థం). ఇదేవిధంగా డిసెంబరు 22 న సూర్యుడు 23½°S అక్షాంశరేఖ దగ్గర స్థిరంగా ఉన్నట్లు కనబడుతాడు. దీనిని "*మకర సంక్రమణం*" *(winter solstice)* అంటారు. 23½°S అక్షాంశాన్ని "*మకరరేఖ*" *(Tropic of Capricorn)* అంటారు.

కర్కాటక మకర రేఖలకు మధ్యగల భూభాగాన్ని ఉష్ణమండలం *(Torrid Zone)* అంటారు. కర్కాటకరేఖకీ, ఆర్కిటిక్ వృత్తానికీ మధ్యగల స్థలాన్ని *ఉత్తర సమశీతోష్ణ మండలం* *(North Temperate Zone)* అంటారు. మకరరేఖకీ, అంటార్కిటిక్ వృత్తానికీ మధ్యగల స్థలాన్ని *దక్షిణ సమశీతోష్ణమండలం* *(South Temperate Zones)* అంటారు. ఆర్కిటిక్ వృత్తానికి ఉత్తరాన అంటార్కిటిక్ వృత్తానికి దక్షిణానగల *అతిశీతల మండలాలను* *(Frigid Zones)* *ఆర్కిటిక్, అంటార్కిటిక్ మండలాలు* అంటారు.

అక్షాంశములు, రేఖాంశములు

భూగోళంమీద ఖచ్చితమైన స్థలనిర్ణయం చేయడానికి అనువుగా గోళంమీద పరస్పరం లంబంగా రెండు వృత్తసముదాయములు గీయబడ్డాయి. వాటిని అంకెల చేత సూచించారు. వాటిలో ఒక వృత్తసముదాయాన్ని *రేఖాంశములు* *(longitudes)* అంటారు. ఈ వృత్తములన్నీ భూగోళపు ధ్రువములగుండా వెడతాయి. భూకేంద్రమే వీటికిన్నీ కేంద్రం. ఒకగోళపు ఉపరితలంమీద గీయదగ్గ వృత్తాలన్నిటిలోనూ ఇవి పెద్దవి. కనుక వీటిని "*మహావృత్తములు*" *(great circles)* అంటారు. ఈ వృత్తముల మధ్యదూరాన్ని డిగ్రీలలో కొలుస్తారు. రెండు పక్కపక్క రేఖాంశముల మధ్యదూరం దూరపుకొలతలో చెప్పాలంటే - భూమధ్య రేఖ దగ్గర సుమారు 111 కిలోమీటర్లు భూమధ్యరేఖనుంచి ధ్రువప్రాంతాలకు వెడితే ఈదూరం క్రమక్రమంగా తగ్గితగ్గి ఆఖరికి రేఖాంశములు కలుసుకునే ధ్రువములవద్ద శూన్యం అవుతుంది. ఈ రేఖాంశములను వరుసక్రమంలో లెక్కించడానికి ఇంగ్లండులోని గ్రీనిచ్ అనే చోటినుంచి వెళ్లే రేఖాంశంతో మొదలు పెట్టాలని నిర్ణయించారు. ఈ 0° రేఖాంశాన్ని "*మూలరేఖాంశం*" *(Prime meridian)*

అంటారు. ఈ మూలరేఖాంశంనుంచి తూర్పుగానూ, పశ్చిమంగానూ ఎన్నిడిగ్రీల దూరం ఉందో ఆ సంఖ్యనుబట్టి ఆ రేఖాంశాన్ని గుర్తిస్తారు.

రెండవ వృత్తసముదాయంలో ఒక్క భూమధ్యరేఖమాత్రమే మహావృత్తం. ఇది రేఖాంశాల నన్నింటినీ సమద్విఖండన (*bisect*) చేస్తుంది. మిగిలిన వృత్తములన్నీ భూమధ్యరేఖకు సమాంతరంగా గీయబడిన *లఘువృత్తములు* (*small circles*). వీటిని *అక్షాంశములు* అంటారు. ఈ అక్షాంశముల మధ్యదూరాన్ని డిగ్రీలలో కొలుస్తారు. భూమధ్యరేఖను 0° అక్షాంశముగా నిర్ణయించారు. ఉత్తరార్ధగోళంలో ఉన్న అక్షాంశాలను ఉత్తరఅక్షాంశాలనీ, దక్షిణార్ధగోళంలో ఉన్న అక్షాంశాలను దక్షిణఅక్షాంశాలనీ పిలుస్తారు.

చాపము (arc) వృత్తకేంద్రందగ్గర చేసే కోణంచేత ఆ చాపమును సూచించినట్లే ఈ రేఖలను డిగ్రీలలో సూచిస్తారు. వృత్తపరిధిలో 360-వ వంతు చాపం వృత్తకేంద్రందగ్గర *ఒకడిగ్రీ కోణం చేస్తుంది*. ఈ డిగ్రీలో 60-వ వంతు భాగాన్ని *నిమిష* (1′) మనీ, నిమిషంలో 60-వ వంతు భాగాన్ని *సెకండు* (1″) అనీ వ్యవహరిస్తారు.

ఒక ప్రదేశముయొక్క అక్షాంశరేఖాంశములు తెలిస్తే భూగోళంమీద అదెక్కడున్నదో ఖచ్చితంగా నిర్దేశించవచ్చు.

మూడవ ప్రకరణం

పటములు - వాటి తయారీ, ఉపయోగాలు

భూమిమీద కొంత ప్రదేశాన్ని పైనుంచి కిందికిచూస్తే ఎల్లా కనిపిస్తోందో సుమారుగా అల్లాగ పటంలో సూచిస్తారు. ఆప్రాంతంలోని ముఖ్యమైన రూపు రేఖలు అవి అసలు వస్తువులతో పోలిస్తే ఏ పరిమాణంలో ఏ స్థలాలలో ఉన్నాయో పటాన్నిచూస్తే తెలియాలి. నిజానికి సమతలంమీద గోళాకారపు వస్తువుయొక్క రూపురేఖలను చూపించడం అసాధ్యమే. భూగోళపు ఆకృతిని సరిగ్గా చూపించ గలవి గ్లోబులు (globes) మాత్రమే. కాని, గ్లోబులు పరిమాణంలో బొత్తిగా చిన్నవి కావడంచేత భూమిమీది ఆకృతులను వివరంగా చూపించడం సాధ్యం కాదు. కనుక పటములు తయారుచేస్తారు. విమానంమీదనుంచి ఫోటోలు తీయడం ఇప్పుడు సర్వసాధారణమైంది. ఆప్రాంతపు ఆకృతులను ఈ ఫోటోలు చక్కగా చూపిస్తారు.

పటముల ప్రక్షేపములు

పటములు తయారుచేసేటప్పుడు గోళాకారంలోఉండే ప్రదేశాన్ని సమతల ప్రదేశంలోకి *ప్రక్షేపించాలి (Project)*. దీనిని అనేకవిధాలుగా చేయవచ్చును. ఆ పటముయొక్క అవసరాన్నిబట్టీ పటంలో చూపవలసిన స్థలంయొక్క విస్తృ తాన్నిబట్టీ వేరువేరు ప్రక్షేపపద్ధతులను అవలంబిస్తారు.

లంబప్రక్షేపం (Orthographic projection) (1-వ బొమ్మ) లో ప్రేక్షకుని కన్ను భూమికి అనంతదూరంలో ఉన్నట్లు ఊహింపబడుతుంది. కనుక, కంటి నుండి భూమిమీదికి ఏ ప్రదేశానికి గీసిన రేఖలైనా సమాంతరంగా ఉంటాయి. అర్ధగోళంమీద ఉన్న వేరువేరు బిందువులు PL అనే సమతలంమీదికి ప్రక్షేపితం అయినప్పుడు, గ్లోబుమీది A, B, C బిందువులు పటంలో a, b, c అనే బిందు వులచే సూచింపబడతాయి. ఈ విధంగా గీయబడిన అర్ధగోళపు పటములో మధ్య భాగంలో మాత్రమే నిర్దుష్టంగా ఉంటాయి. పటపు అంచులనున్న ప్రదేశాలు మరీ చిన్నవి అయి వికృతంగా కనిపిస్తాయి. ధ్రువములను కేంద్రముగా ఉంచి,

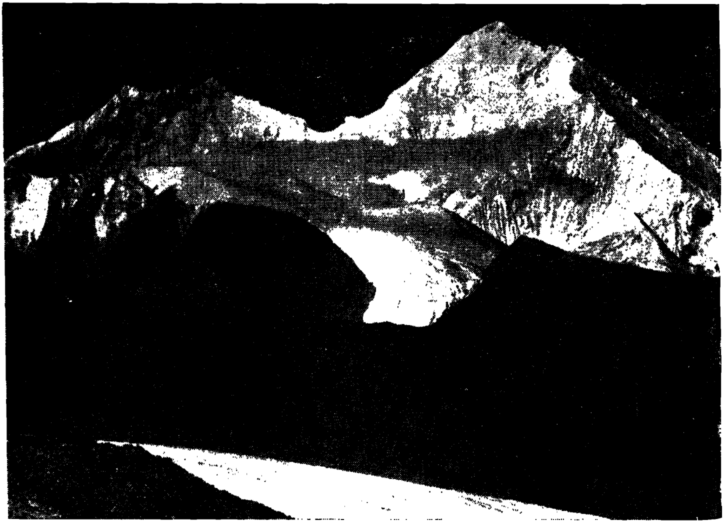


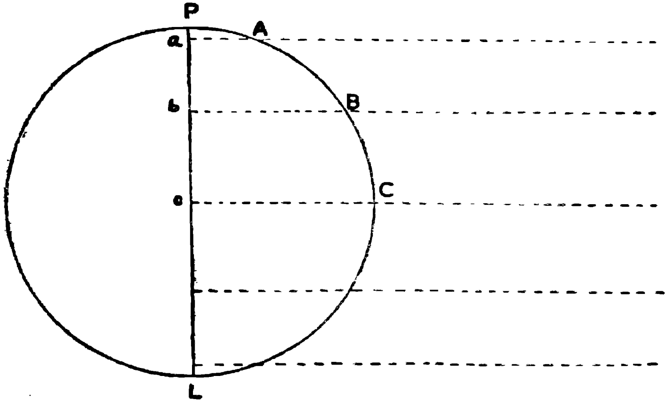
చిత్రపటము 1—రాణీగంజి బొగ్గుగనులలో సైకతశిలలలోని ధారాస్తరణము (30-వ పేజీ చూడు)



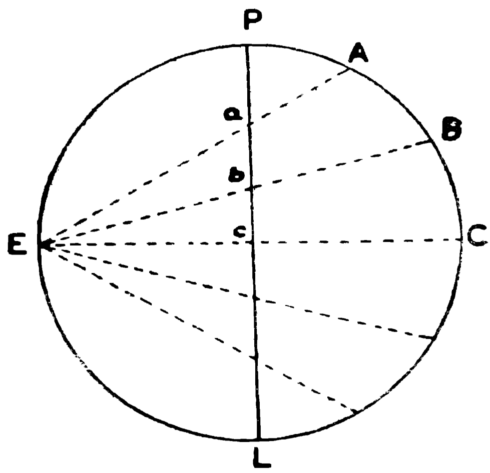
చిత్రపటము 2—ధార్వారు గ్రూపులోని పిల్లో లావా, మైసూరురాష్ట్రంలోని మరాదిహల్లీ (45-వ పేజీ చూడు)
(ఫొటో : సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)

చిత్రపటము 4—హిమాలయాలలోని ఎవరెస్టు దృశ్యము (51-వ పేజీ చూడు) (ఫొటో : ఎ. ఎమ్. హెరోన్)





పటము 1. లంబప్రక్షేపం

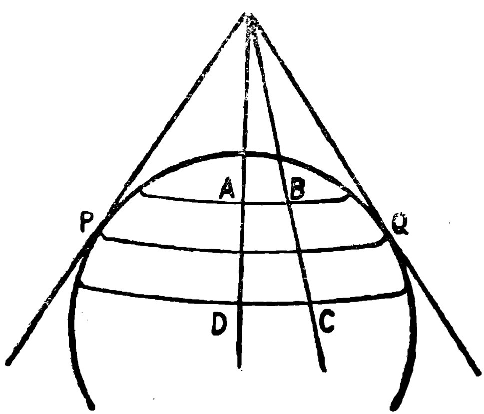


పటము 2. గోళీయప్రక్షేపం

ధ్రువప్రాంతములను ఇటువంటి లంబప్రక్షేప పటములద్వారా చూపిస్తే అట్టి దోషం ఉండదు. ఇందులో అక్షాంశరేఖలు వృత్తములుగానూ, రేఖాంశములు ధ్రువకేంద్రమునుంచి వికీరం (*radiating*) అయ్యే సరళరేఖలుగా సూచింప బడుతాయి.

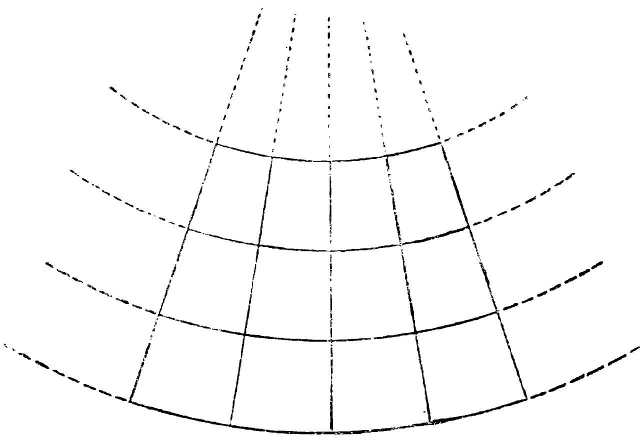
గోళీయప్రక్షేపంలో (2-వ బొమ్మ) (*Stereographic Projection*) ప్రేక్షకుని కన్ను గ్లోబుమీద E అనేచోట ఉంచి, గ్లోబు మధ్యనున్న PL అనే సమతలం గుండా అవతలివైపునఉన్న అర్ధగోళాన్ని చూస్తూఉంటే ఎల్లా కనిపిస్తుందో అల్లా ఉంటుంది. PA, AB, BC అనే దూరాలు గ్లోబుమీద సమానంగానే ఉన్నప్పటికీ తదనురూపములైన (*Corresponding*) Pa, ab, bc అనే దూరాలు పటం అంచులవైపు వెళ్లినకొద్దీ పెరుగుతుంది. కనుక ఈ రకమైన ప్రక్షేపంలో కాన వచ్చే వికృతీకరణం (*distortion*) లంబప్రక్షేపంలో కానవచ్చే వికృతీకరణానికి సరిగా తలకిందులు.

శంఖుప్రక్షేపం (*Conical projection*) లో శంఖు (Cone) యొక్క ధర్మాలను ఉపయోగించుకుంటాం. వంపుతిరిగిఉన్న ప్రదేశాన్ని ఏ విధమైన వికృతీకరణమూ



పటము 3. శంఖుప్రక్షేపం

లేకుండా సమతలంగా మార్చగల భూమిలో రేఖాచిత్రాలలో (*Geometrical figures*) శంఖు ఒకటి. 3-వ బొమ్మలోవి శంఖు భూగోళాన్ని PQ అనే అక్షాంశందగ్గర చుంబిస్తున్నట్లు ఊహించబడింది. అప్పుడు ఈ PQ కి అనతిదూరంలో గ్లోబు మీద ఉన్న A B C D అనే స్థలం ఈ శంఖుప్రక్షేపంలో చాలా విస్పష్టంగా చిత్రిత మవుతుంది. ఈ ప్రక్షేపంలో రేఖాంశములు సరళరేఖలుగానూ, అక్షాంశములు ఏక

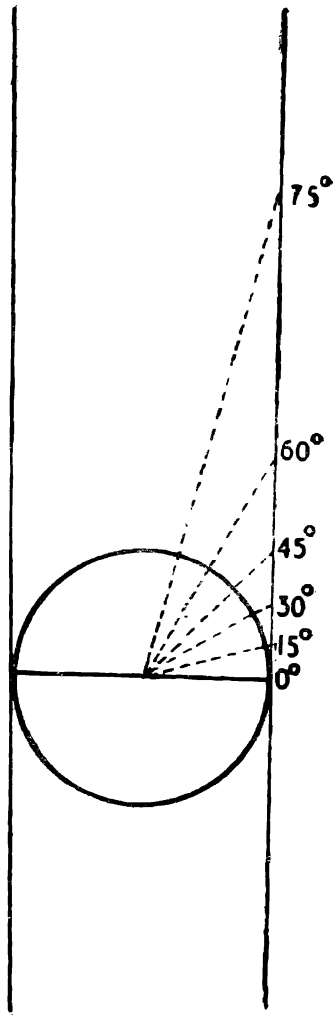


పటము 4. అక్షాంశ రేఖాంశములుగల శంఖుప్రక్షేపం

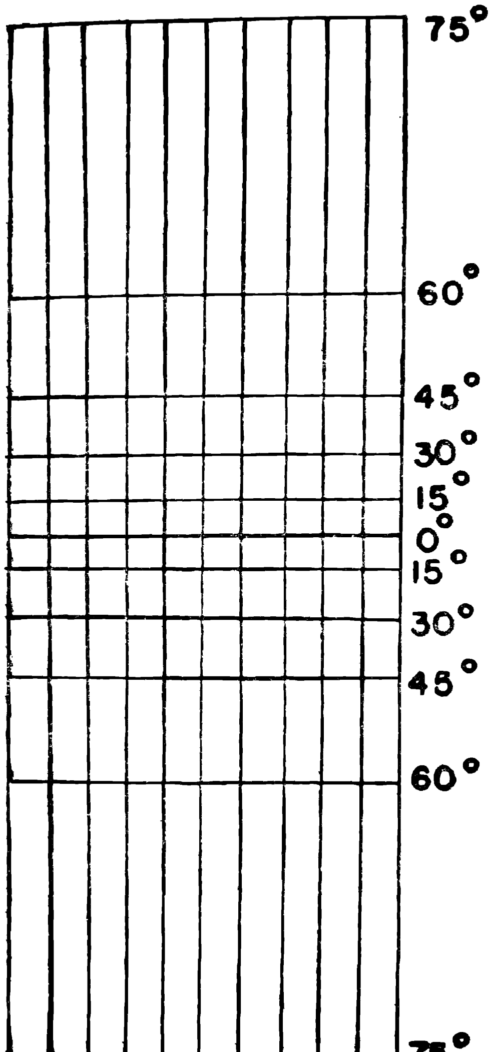
కేంద్రవృత్తభాగములుగానూ (*Parts of Concentric circles*) (4-వ బొమ్మ) చూపబడుతాయి. దేశపటములు వేరుగా చూపించేటప్పుడు ఈ శంఖుప్రక్షేపాన్ని సాధారణంగా వాడతారు.

శంఖులోలాగే సిలిండరుయొక్క వక్రోపరితలాన్ని సమతలంగా పరుపవచ్చును. ఈ కిటుకును ఉపయోగించుకొని స్థూపప్రక్షేపాలను (Cylindrical Projections) తయారుచేస్తారు. భూగోళం ఒక సిలిండరులో దూరినట్లూ, భూమధ్యరేఖ ఈ స్థూపము (సిలిండరు)ను చుంబిస్తున్నట్లు ఊహిస్తారు. అప్పుడు గ్లోబుమీది వివిధ బిందువులను స్థూపము (సిలిండరు) యొక్క వక్రోపరితలంమీదికి ప్రక్షేపిస్తారు. స్తంభప్రక్షేపం అనేక విధాలుగా చేయవచ్చు. వాటిలో మెర్కాటరు పద్ధతి తరుచుగా

వాడుతూ ఉంటారు. (బొమ్మలు 5, 6) మెర్కాటర్ ప్రక్షేపంలో రేఖాంశములు సమదూరస్థములైన సరళరేఖలుగా సూచింపబడుతాయి. అక్షాంశములుకూడ సరళరేఖలుగానే ఉంటాయి. కానీ అక్షాంశ రేఖాంశముల డిగ్రీల నిష్పత్తిలో మార్పు లేకుండా ఉంచడంకోసం, అక్షాంశం పెరిగినకొద్దీ ఈ ప్రక్షేపంలో ఈ రేఖల మధ్య దూరంకూడా పెరుగుతుంది. ఈ మెర్కాటరు చట్రంలో ఏ బిందువు దగ్గరనైనాసరే రేఖాంశములో స్కేలుయొక్క అతిశయీకరణం (exaggeration), ఆ బిందువు దగ్గర, అక్షాంశరేఖల స్కేలుయొక్క అతిశయీకరణానికి సమానం. సిలిండరు గ్లోబును భూమధ్యరేఖవద్ద మాత్రమే చుంబించడంచేత మిగిలిన అన్ని అక్షాంశములు భూమధ్యరేఖకు సమానమైనట్లు చూపబడి అతిశయీకృతం అవుతాయి. 60° ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశములు స్కేలుయొక్క అతిశయీకరణం సరిగ్గా ద్విగుణితం కనుక 60° రేఖాంశముల స్కేలుకూడా అసలుకన్న రెట్టింపు చేయబడుతుంది అంటే 60° అక్షాంశం మీద ప్రాక్పశ్చిమ దిశలలో పటము యొక్క స్కేలు భూమధ్యరేఖవద్ద



పటము 5. మెర్కాటరు ప్రక్షేపం.



పటము 6.
మెర్కాటర్ ప్రక్షేపం.
ప్రతి దీర్ఘచతురస్రము 15° అక్షాంశ రేఖాంశములను సూచిస్తుంది.

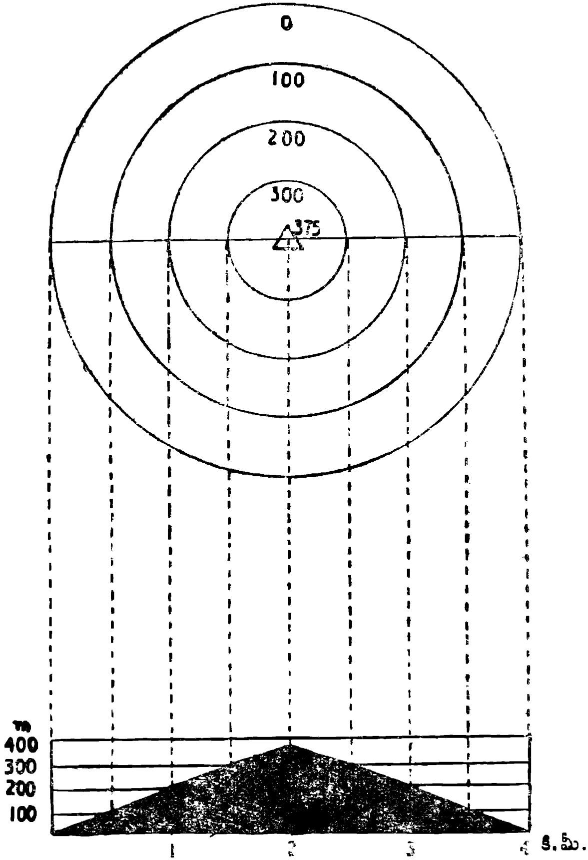
స్కేలుకి రెట్టింపు; అందుచేత స్కేలుయొక్క సమత్వాన్ని పరిరక్షించడానికి ఉత్తర దక్షిణ దిశలలో స్కేలునుకూడా రెట్టింపు చెయ్యాలి. కనుక పటంలో 60° అక్షాంశానికీ, 61° అక్షాంశానికి మధ్యదూరం 0°—1° అక్షాంశాల మధ్యదూరానికి రెట్టింపు ఉంటుంది. నిజానికి ఈ రెండు దూరాలూ సమానమైనప్పటికీ చిన్నచిన్న ప్రదేశాల విషయంలో ఈ పద్ధతివల్ల ఆ స్థలంయొక్క యథార్థరూపం ఉంటుంది కానీ, ఉన్నత అక్షాంశములలోమాత్రం ఈ పద్ధతివల్ల పటం అమితంగా అతిశయీకృతి అవుతుంది. *మెర్కాటర్ ప్రక్షేపంలో* భూమధ్యరేఖదగ్గర తప్ప మిగిలిన స్థలాలలో పటములోని ఆకృతులు, వైశాల్యములూ యథార్థానికి దూరంగా ఉన్నప్పటికీ నావికులకుమాత్రం దిశానిర్ణయానికి ఈ పటం చాలా ఉపయోగిస్తుంది.

పటముల స్కేలు

పటములోని నమూనాలోని *అనురేఖావిమితికీ* (Linear dimension), అసలు ప్రదేశములోని అనురేఖావిమితికీ గల నిష్పత్తిని ఆ పటముయొక్క స్కేలు అంటారు. లవస్థానంలో ఏకకం (unity) ఉన్న భిన్నముగాగానీ, పొడవు కొలతగాగానీ స్కేలును సూచిస్తారు. ఒక మైలుకి ఒక అంగుళము స్కేలు అని వ్రాసినా $\frac{1}{63,360}$ అని వ్రాసినా ఒకటే (ఏమంటే మైలుకి 63360 అంగుళాలు కనుక) స్కేలు $\frac{1}{1000,000}$ అని ఉంటే సుమారు 16 మైళ్లకి 1 అంగుళం అవుతుంది.

నిమ్నోన్నత సూచన

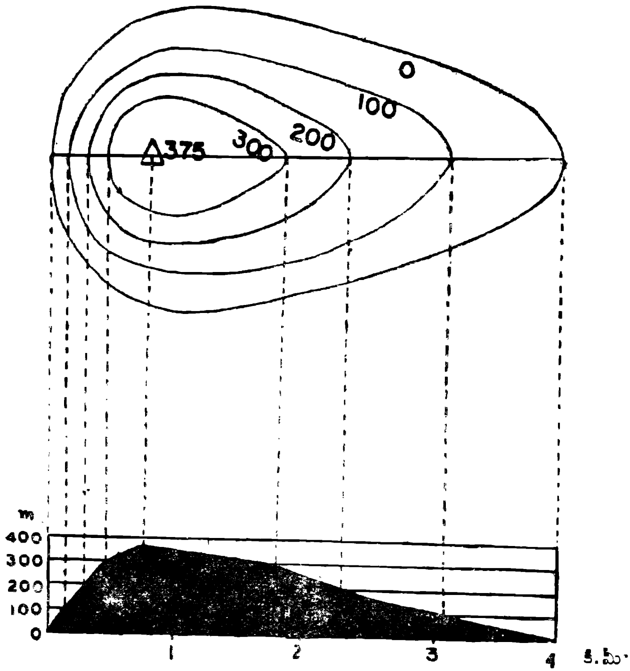
అక్షాంశరేఖాంశములచేత నిర్దిష్టమైన దూరములను మాత్రమే తెలిపే పటంలో ఆ ప్రదేశమంతా ఒకే సమతలంలో ఉన్నట్లు కనిపిస్తుందే కాని, ఎత్తుపల్లాలు కనబడవు. ప్రదేశములకు పొడవు వెడల్పు లేక ఎత్తు లేక పల్లము అనే మూడు విమితులు (Dimensions) ఉంటాయికదా? సముద్రమట్టానికి ఎంత ఎత్తులో ఉందో, లేదా ఎంత లోతులో ఉందో తెలుపని మామూలు పటాన్నిచూస్తే ఆ స్థలాకృతి సరిగ్గా తెలియదు. *స్థలాకృతిపటములో* నదులు, సరస్సులు, అడవులు, కొండలు, ఎత్తుపల్లాలు, పట్టణాలు, రైలుదార్లు, రోడ్లు, కాలువలు వగైరాలన్నీ చిత్రింపబడుతాయి. ఒక స్థలంలోని *నిమ్నోన్నతాలను* పటంలో సూచించే అతి



పటము 7. సమోచ్ఛరేఖలు, నిట్టనిలువుకోత విభాగములుగల సమశంఖాకారపు కొండ.

సామాన్యమైన పద్ధతి ఏమిటంటే ఒకే ఔన్నత్యం గలిగిన స్థలాలను కలుపుతూ "సమోచ్ఛరేఖల"ను (*Contour lines*) గీయడమే.

సమశంఖాకారంలో ఉన్న ఒక కొండ సముద్రతలానికి 375 మీటర్ల ఎత్తున ఉన్నదనుకుందాం. ఈ కొండశిఖరాన్ని 300 మీ. ఎత్తువరకూ కోసేస్తే అప్పుడు



పటము 8. సమోచ్ఛరేఖలు, నిట్టనిలువుకోత విభాగములుగల అండాకారపు కొండ.

కొండశిఖరం సమతల వృత్తాకారంలో 300 మీ. ఎత్తున ఉంటుంది. ఆ తరువాత మళ్లీ 200 మీ. ఎత్తుదాకా మరొక కోతకోస్తే శిఖరం మరొక పెద్ద వృత్తం అవుతుంది. అటువంటి కొండయొక్క సమోచ్ఛరేఖలు, ఆ కొండయొక్క నిట్టనిలువు కోతలు గీసే పద్ధతి 7-వ బొమ్మలో చూపబడ్డాయి. ఆ కొండ సమ శంఖాకారంలో కాకుండా అండాకారంలో ఉండి, ఒకవైపున వాలు చాలా ఎక్కువగా ఉంటే, అప్పుడు దాని సమోచ్ఛరేఖలూ, కోతలూ ఏవిధంగా ఉంటాయో 8-వ బొమ్మలో చూపబడింది. ఈ బొమ్మని చూస్తే వాలు ఎక్కువ అయినకొద్దీ సమోచ్ఛరేఖలు దగ్గర దగ్గరగా ఇరుకుగా ఉంటాయని తెలుస్తుంది. భూమి ఉపరితలం క్రమ

విహీనంగా ఎగుడుదిగుళ్లగా ఉంటుంది కనుక ప్రకృతిలో సమోచ్చరేఖలు ఈ బొమ్మలలో చూపినంత సామాన్యంగా ఉండవు.

మామూలు పటములలో కేవలం సమోచ్చరేఖలనే కాక ఇంకా ఎన్నో వివరాలను చూపించాలి కనుక, ఈ రేఖలను మరీ స్ఫుటంగా గీయడం వీలుకాదు. నిమ్నోన్నతాలను ఛాయారూపంలో సూచిస్తారు ఒక్కొక్కప్పుడు. దీనిని వాలుకి లంబదిశలో గీచిన చిన్నచిన్న గీతలచే చూపిస్తారు. వాలు పెరిగినకొద్దీ ఛాయా చిత్రణ సాంద్రత పెరుగుతుంది. నేలమీదగాని, కొండశిఖరాలమీదగానీ సమతల ప్రదేశాలుంటే వాటిమీద ఛాయాచిత్రణ చేయకుండా వదిలేస్తారు.

నిమ్నోన్నతాలను సూచించే పార్వతికచిత్రాలలో (*orographic maps*) సమోచ్చరేఖల మధ్యభాగానికి రకరకాల రంగులు (లేదా ఒకే రంగుయొక్క వివిధ ఛాయలు) వేస్తారు. సాధారణంగా ఆకుపచ్చరంగు ఛాయలు పల్లపు భూములకూ, గోధుమరంగు ఛాయలు ఉన్నత స్థలాలకే వేస్తారు. సముద్రాల లోతులు చూపించే *అగాధిక చిత్రాలలో* (*Bathymetric maps*) నీలవర్ణపు ఛాయలు ఉపయోగిస్తారు. లోతు ఎక్కువైనకొద్దీ నీలం చిక్కగా అవుతూ ఉంటుంది. సముద్రాల లోతులనూ భూభాగపు ఔన్నత్యాలనూ కూడా సూచించే పటాలను *అగాధిక-పార్వతిక చిత్రాలు* (*Bathyorographical maps*) అంటారు.

పైనచెప్పిన పటములన్నీ భౌతికమైన రూపురేఖలను సూచిస్తాయి కనుక వీటిని *భౌతిక* పటములు (*Physical maps*) అంటారు. దేశాలూ పట్టణాలూ చూపే పటములను *రాజకీయ* పటములు అంటారు. చాలాభాగం చిత్రాలు భౌతిక రాజకీయ రూపురేఖలు రెంటినీ సూచిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతము, వనసంపద, ఖనిజములు మొదలైన ప్రత్యేక విషయముల "వితరణ" (distribution) ను సూచించే పటములుకూడా గీస్తారు.

నాల్గవ ప్రకరణము

భూపృష్ఠములోని ఖనిజములు

శిలీకారక ఖనిజములు

భూపృష్ఠం ముఖ్యంగా శిలలతో కూడివున్నది. ఈ శిలలలో చాలాభాగం రకరకాల ఖనిజ సమ్మిశ్రితమైనవాటితో నిండివున్నాయి. ప్రకృతిలో వందలాది ఖనిజము లున్నప్పటికీ వాటిలో కొన్నిమాత్రమే శిలలతో మేళవించి ఉంటాయి. కనుక వాటిని "*శిలీకారక ఖనిజములు*" (*rock forming minerals*) అంటారు.

ఒక నిర్దిష్టమైన రసాయన సంయోజనము, ఒక ప్రత్యేకమైన పరమాణుసంరచన (atomic structure) కలిగి ప్రకృతి సహజంగా ఏర్పడిన అనంగారిక (ఇనార్గానిక్) ద్రవ్యాన్ని *ఖనిజము* అంటారు. చాలాభాగం ఖనిజములకు *స్ఫటికములు* గా (*crystals*) ఏర్పడే స్వభావం ఉంది. ఒక నిరిష్ట సౌష్ఠవక్రమంలో సమతలోపరితల విన్యాసం కనబడుతుంది. నరుకులు పడడం (చిట్లడం) గట్టితనం, విశిష్టసాంద్రత, వర్ణమువంటి కొన్ని భౌతికధర్మాలను ఆధారంగా చేసుకుని ఖనిజములను గుర్తు పట్టవచ్చు.

అల్యూమినియం, ఇనుము, కాల్షియం, మెగ్నీషియం, సోడియం, పొటాషియం ధాతువుల *సిలికేటులు* సిలికా అనే వాటితోనే సామాన్య ఖనిజాలలోను ఆగ్నేయశిలలు ఏర్పడుతున్నాయి. *క్వార్ట్జ్* (SiO_2) సిలికేటు ఖనిజములు, *ఫెల్డ్‌స్పార్స్, ఫెల్డ్‌స్పాథాయిడ్స్. అభ్రకములు* (*micas*) *ఏంఫిబోల్స్, పైరోక్సీన్స్, ఓలివైన్సు* అనే ఈ ఏడు ఖనిజ జాతులు అన్నీ కలిపి ఆగ్నేయశిలలో దాదాపు 99% మేర వుంటున్నాయి.

అవసాదీయశిలలలో ముఖ్యంగా క్వార్ట్జ్, ఫీల్‌స్పార్, *మృత్తికా ఖనిజాలు* (హైడ్రస్ అల్యూమినియం సిలికేటులు), కార్బనేటులు, *కాల్సైట్లు, డోలమైటు* ఉంటాయి.

ఆగ్నేయశిలలలో ఉండే సామాన్యఖనిజాలు అన్నీ కాయాంతరితశిలలలోనూ అభివృద్ధిచెందుతాయి. పైగా కాయాంతరితశిలలలో సెర్పెన్‌టైన్, క్లోరైటు,

క్వార్ట్జ్, గార్నెట్ అనబడే సిలికేటులు, అండాల్యూసైటు, సిలిమనైట్, సియనైట్ అనబడే అల్యూమినియం సిలికేటులు ఉంటాయి.

మామూలుగా సామాన్యభాషలో "శిల" అనే మాటకు గట్టిగా ఉండే ఒకానొక పదార్థం అనే అర్థం ఉన్నది కాని, భూవైజ్ఞానికపరిభాషలోమాత్రం భూపృష్ఠంలో ఉండే ఘనపదార్థాలన్నింటినీ గ్రెనైట్‌లా గట్టిగాఉన్నా సరే, మట్టిలా మెత్తగాఉన్నా సరే శిల అనే అంటారు.

శిల అనేది ఒక ప్రత్యేక రసాయన యౌగికం (chemical compound) కాదు. ఒకటిగాని, అంతకన్న అధికంగాగాని ఖనిజాలు కలిసి శిల ఏర్పడవచ్చు. ఆగ్నేయ శిలలు అనీ, అవసాదీయ శిలలు అనీ, కాయాంతరిత శిలలు అనీ శిలను మూడు స్థూలవిభాగాలు చేయవచ్చు.

ఆగ్నేయశిలలు

భూపృష్ఠంక్రిందఉన్న కరిగిన శిలాద్రవ్యం (మాగ్మా) ఘనీభవించగా ఏర్పడ్డవి ఆగ్నేయశిలలు. ఆగ్నేయశబ్దం ఈ విధంగా సార్థకమైంది. బృహత్ అంతస్స్రావిత ములుగా (major intrusions) ఏర్పడే గ్రెనైటువంటి స్థూలకణీయ స్ఫటికములను పాతాళీయ శిలలు (*Plutonic rocks*) అంటారు. (ప్లూటో అనే రోమను దేవత పాతాళానికి అధిపతి. కనుక వీటికీ పేరు వచ్చింది.) లావారూపంలో బయటికి పొర్లి ఏర్పడ్డ బసాల్ట్‌వంటి బహిస్స్రావిత శిలలను ఓల్కానిక శిలలు (*volcanic rocks*) (ఓల్కానస్ అనే గ్రీకుదేవత అగ్నికి అధిపతి కనుక ఈపేరు వచ్చింది.) చాలా లోతున ఉండే పాతాళీయశిలలకూ, భూమి ఉపరితలంమీద ఏర్పడే లావా శిలలకూ మధ్యస్థంగా ఉండే ఉపపాతాళీయ (*Hypabyssal*) శిలలవల్ల డైక్సు, సిల్సు ఏర్పడుతాయి.

ఆగ్నేయశిలలలో బృహత్పరిమాణం కలిగిఉండే వాటిని "బేథోలిత్తులు" (Batholyths) అంటారు. వాటిలో కొన్ని 2000 కిలోమీటర్ల వరకూ వ్యాపించినవికూడా ఉన్నాయి. వాటి వెడల్పు కొన్నిచోట్ల 80 కి. మీ. దాకా ఉంటుంది. బేథోలిత్తు పైభాగం కనిపిస్తుందేకాని, అంతుతెలియని అగాధంలో ఉండడంచేత దాని పునాది ఎక్కడుందో తెలియదు.

అల్పఅంతస్రావితములలో (minor instrusions) రెండు రకాలున్నాయి. అంతస్రావితశిలల సంస్తరణతలములచే (bedding planes) కరిగిన ద్రవ్యం నిర్దిష్టంఅయి ఏర్పడ్డ ఆగ్నేయశిలను "సమంగతము" (*concordant*) అంటారు. అటువంటి అంతస్రావానికి "సిల్" ఒక ఉదాహరణ. సిల్ అనేది క్షితిజసమాంతరంగా ఉండే పలుచని పలక. డైక్ అనేది సన్నని పొడుగుపాటి ఇంచుమించు నిట్టనిలువు గోడవంటి అంతస్రావం.

లావాద్రవాలలో వాయువులు బహుదట్టంగా మిళితమై ఉంటాయి. అగ్ని పర్వత ఉద్భేదనం తరువాత వత్తిడితగ్గి ఈ వాయువులు బయటికి తప్పించుకు పోతాయి. శిలాద్రవంలోనుంచి వాయువులు తప్పించుకుపోయేటప్పుడు ఆమాగ్మాలో వెసికిల్స్ (Vesicles) అనబడే వివరములు ఏర్పడుతాయి. ఇటువంటి వాయు వివరాలు అధికంగాఉన్న లావాను "ధాతుమలము" (slag or scoria) అంటారు. ఈ వెసికిల్స్‌లో ద్వితీయక ఖనిజములు (secondary minerals) చేరి నిండితే వాటిని "వాతామికములు" (*amygdales*) అంటారు. ఇట్టి వాతామికములు ఉన్న శిలను "వాతామాళము" (*amygdaloid*) అంటారు.

రసాయన సంయోజనము, ఖనిజ సంయోజనము, రూపు (*Texture*) అనేవి ఆగ్నేయశిలల ముఖ్యధర్మాలు. ఆగ్నేయశిలల ఉత్పత్తికి కారణమైన మాగ్మానుబట్టి రసాయన సంయోజనం నిర్ణీతమవుతుంది. ఆగ్నేయశిలల మొత్తం ద్రవ్యంలో 29% లో కేవలం 8 ధాతువులు ఉంటాయి. వీటిలో అత్యధికభాగం ఆక్సిజన్. తరువాత సిలికాన్, ఆ తరువాత వరుసగా అల్యూమినియం, ఇనుము, కాల్షియం, సోడియం, పొటాషియం, మెగ్నీషియం వస్తాయి. ఆక్సైడులలో అత్యధికభాగం సిలికా (SiO_2) ఇది సుమారు 45% నుంచి 75% వరకు ఉంటుంది. సిలికా శాతమును అనుసరించి ఆగ్నేయశిలలను ఈ క్రింది నాలుగు తరగతులుగా విభజించవచ్చును.

అధిసిలిక (Acid)	SiO_2	66% పైన
మాధ్యమిక (Intermediate)	SiO_2	52% నుంచి 66% వరకూ
ఆధారపార్శ్వక (Basic)	SiO_2	45% నుంచి 52% వరకూ
అత్యాధారపార్శ్వక (Ultra basic)	SiO_2	45% లోపు

ఆగ్నేయ శిలల *ఖనిజ సంయోజనము* ఎక్కువగా వాటి రసాయన సంయోజనం మీద ఆధారపడిఉంటుంది. వాటిలో ఉండే ముఖ్యమైన ఖనిజాలు ఆరు సాధారణ ధాతువుల సిలికేటులు (సిలికా ఎక్కువగా ఉన్నట్లైతే), కొంత క్వార్ట్‌జ్‌ను శిల యొక్క రూపు అందులో ప్రబలంగాఉండే ఖనిజములనుబట్టి ఉంటుంది. శిల యొక్క రంగునిబట్టి, సాంద్రతనుబట్టి దాని సంయోజనాన్ని కొంతవరకూ తెలుసుకోవచ్చు. సాధారణంగా క్వార్ట్‌జ్ వర్ణరహితంగానూ, పారదర్శకంగానూ (Transparent) ఉంటుంది. ఫెల్డ్‌స్పారులు లేతరంగులో ఉంటాయి. అధిసిలీక మాధ్యమికశిలలలో ముఖ్యంగా ఈ ఖనిజాలు ఉంటాయి కనుక ఇవి లేతరంగులో తేలికగా ఉంటాయి. ఆధారపార్శ్వక, అత్యాధారపార్శ్వక శిలలలో ఏంఫిబోల్స్, పైరోక్సీన్స్, బెలివైన్సువంటి సాంద్రవర్ణంకల భారమైన ఖనిజములు అధికంగా ఉండడంచేత ఈ శిలలు సాధారణంగా ముదురురంగులో బరువుగా ఉంటాయి.

శిలలోఉన్న ఖనిజముల *విన్యాసం* (arrangement) మీద, వాటిసైజుమీద, ఆకారంమీద శిలయొక్కరూపు ఆధారపడిఉంటుంది. మాగ్మా నింపాదిగా చల్లబడినప్పుడు *స్థూలకణీయ* శిలలు, వేగంగా చల్లబడినప్పుడు *సూక్ష్మకణీయ* శిలలు ఏర్పడుతాయి. అతివేగంగా చల్లబడితే *గాజువంటి* ఆకృతిగల శిలలు ఏర్పడుతాయి. రెండు వేరువేరు సైజులుగల స్ఫటికములు ఒకేశిలలో ఉంటే దానిని *పార్ఫిరిటిక్* శిల (*Porphyritic*) అంటారు. వాటిలో పెద్ద స్ఫటికాలను *ఫినోక్రిస్ట్స్*

పట్టిక 1.

సిలికా అంశము తగ్గుట———→

(ఎడమవైపు నిలువుగా: ఖనిజముల సైజు తగ్గుట ↓)

	అధిసిలీక	మాధ్యమిక	ఆధార పార్శ్వక	అత్యాధార పార్శ్వక
స్థూలకణీయ	గ్రనైట్	సియెనైట్ డియొనైట్	గాబ్రో	పెరిడోటైట్ డ్యూనైట్
మధ్యస్థకణీయ	పోర్ఫిరి	పోర్ఫిరిటిక్	డోలెరైట్	
సూక్ష్మకణీయ లేక	రియొలైట్	ట్రిచైట్ ఏండెసైట్	బసాల్ట్	
కాచసన్నిభ				

(*Phenocrysts*) అంటారు. అవి గాజువంటి సూక్ష్మకణీయ ఆధారద్రవ్యం (*ground mass*) మీద ఏర్పడుతాయి. రెండవరకపు రూపును *ఒఫిటిక్* (*Ophitic*) అంటారు. ఇది డోలరైట్సులో సాధారణంగా కనబడుతుంది.

శిలలో ఉన్న సిలికా అంశమునుబట్టి, కణముల పరిమాణమునుబట్టి 1-వ పట్టికలో చూపినట్లుగా అగ్నేయశిలలను వర్గీకరించవచ్చు.

అవసాదీయ శిలలు

పరివహనకారకములు (transporting agents) తమలో వేలాడుతున్న ఘన పదార్థాలను నిక్షేపించడంవల్ల *అవసాదీయ (లేక మల్వానిర్మిత)* శిలలు ఏర్పడుతాయి. దొంతరలుగా, పొరలుగా, స్తరములుగా ఏర్పడడం అవసాదీయ శిలల ముఖ్యలక్షణాలలో ఒకటి. ఈ దొంతరలు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగాఉండి, సంయోజనంలోనూ, రూపులోనూ, గట్టితనంలోనూ, రంగులోనూ భేదిస్తూ ఉంటాయి. వేరువేరు స్తరముల సంధితలమును *సంస్తరణ తలము* (bedding-plane) అంటారు.

రెండు సంస్తరణతలముల మధ్యనున్న ఒకేఒక పొరను *స్తరము* అంటారు. బాగా పలుచగానుండి స్తరములను "*స్తరకములు*" (*Laminae*) అంటారు. స్తరణ తలములు సాధారణంగా ఒకదానికొకటి ఇంచుమించు సమాంతరంగా ఉంటాయి. కాని, సాధారణంగా సంస్తరణ తలములు ముఖ్యసంస్తరణ రేఖలకు (major lines of bedding) అనతంగా (Inclined) ఉంటాయి. వీటికి ఉదాహరణగా *ధారాసంస్తరణము* (current bedding) ను పేర్కొనవచ్చును. (1-వ ప్లేటు). అవసాదమును మోసుకుపోతున్న ప్రవాహపుబలమూ, వేగమూ త్వరగా మారిపోతూ ఉండడం ఇందులో కనిపిస్తుంది.

తరుచు ఇసుకపర్రలమీద కనబడే *తరంగచిహ్నము* (*Ripple mark*) అవసాదీయ స్తరములమీద కూడా కనబడుతూ ఉంటుంది. ఎండిపోయిన గుంటలలో ఎండవల్ల ఏర్పడే పగుళ్లు లేక *ఆతపవిదారముల* (*Suncracks*) వంటివి సూక్ష్మకణీయ అవసాదీయశిలలలో కనబడుతుంది.

అవసాదీయశిలలను అందులోని ఘటకముల (components) పరిమాణములనుబట్టి వేరువేరు తరగతులుగా విభజించవచ్చు. కంకర, గులకరాళ్లు, గుండ్రాళ్లు

ముఖ్యంగా కలిగిన శిలలను *సటికామయ శిలలు* (*Rudaceous*) అంటారు. కంకర, గులకరాళ్ల పొరలు, షింగిల్, బండరాళ్ల పొరలు, స్క్రీ, టాలిస్‌వంటివి ఈ తరగతికి చెందిన అదృఢ ద్రవ్యములు. రాతిముక్కలు ప్రయాణంచేసిన దూరాన్నిబట్టి కోణములు కలిగినవీ, గుండ్రనివీ అని వేరుచేయవచ్చు. గుండ్రనిముక్కలు కలిగిన శిలలను "*నవిండాశ్మములు*" (*conglomerates*) అనీ, కోణములుగల ముక్కలున్న శిలలను "సంకోణాశ్మములు" (breccias) అనీ అంటారు.

ముఖ్యంగా ఇసుక కలిగిన శిలలను "*వాలుకామయ శిలలు*" (*arenaceous*) అంటారు. ఇసుకరేణువులు ఒకదానికొకటి దృఢంగా అతుక్కునిఉంటే దానిని *సైకతశిల* (*sand stone*) అంటారు. కోణములుగల కణములున్న స్థూలసైకతశిలను "*గ్రిట్*" అంటారు. ఫెల్డ్‌స్పార్ కణములు కలిగిన సైకతశిలను *ఆర్కోజ్* (*arkose*) అనీ, ఆధారపార్శ్వక అగ్నేయశిలలనుంచీ, బలపు పలకలనుంచీ, ఆధారపార్శ్వక సైకతశిలలనుంచీ వచ్చిన ముదురురంగు సైకతశిలలను *గ్రేవేక్* (*Greywacke*) అంటారు. సైకతశిలలలో కన్న చిన్నకణములు, మట్టిలోకన్న పెద్ద కణములు గలవి *సిల్ట్స్* (*Silts*). పవనములవల్ల ఏర్పడ్డ కాల్షియంసంబంధమైన సిల్టును *లోయెస్* (*Loess*) అంటారు. 0·01 మి.మీ. కన్న తక్కువపరిమాణపు కణములుగల మల్యానిర్మిత నిక్షేపములను *మృణ్మయశిలలు* (*Argillaceous rocks*) అంటారు. ఇదే ద్రవ్యం పొడిగానూ అదృఢంగానూ ఉంటే దుమ్ము (*dust*) అవుతుంది. అందులోవున్న జల అంశపు తరతమ భేదాలనుబట్టి *మట్టి, బురద* ఏర్పడుతాయి. మృణ్మయద్రవ్యం రాయిలా దగ్గరగా నొక్కుకుని ఉండి, చక్కని స్తరములుగా ఏర్పడి, సంస్తరణతలములగుండా ఖండితం అవుతూవుంటే దానిని *షేల్* (*Shale*) అంటారు.

మట్టి, గులకరాళ్లు, రకరకాల పరిమాణముల (సైజుల)లోని బండరాళ్లు వంటి వేరువేరు తరహాల ద్రవ్యంతో కలిసివుండే *గుండ్రాతిమట్టి* (*boulder clay*) హిమనదీ సంబంధమైన మృణ్మయశిలావిశేషమే. ప్రవాహోదక సంబంధమైన మట్టి, బురద, సిల్టుకలిసి *జలోఢకము* (*alluvium*) ఏర్పడుతుంది. ఇది పెద్దపెద్ద నదుల వరద మైదానములలో (flood plains) నూ, చాలా దిగువభాగాలలోనూ ఉంటుంది. *మార్ల్* (*Marl*) అనేది ఒకరకమైన మృత్తికాశిల. ఇందులో కాల్షియంకార్బనేటు, మెగ్నీషియంకార్బనేటు అధికంగా ఉంటాయి.

రసాయన జన్యము లనుకూడా అవసాదీయ నిక్షేపముల కోవలో చేర్చారు. రాళ్లు అరిగిపోగా వచ్చిన ద్రవ్యం నీటివల్ల దూరంగా కొంపోబడి, మడ్డిలా కిందికి దిగవచ్చు, లేదా నీరు ఇగిరిపోయి ఆ మడ్డి బయట పడవచ్చు. రసాయన జన్యము లైన సిలికానిక్షేపములలో ముఖ్యమైనవి ఫ్లింట్ (*flint*) చెర్ట్ (*Chert*)లు. కార్బ నేటు నిక్షేపాలలో ముఖ్యమైనది సున్నపురాళ్లు. సున్నపురాళ్ల గుహల పైకప్పుల నుంచి కిందికికారే నీరు ఇగిరిపోవడంవల్లనూ నేలమీద ప్రవహించడంవల్లనూ అవశైలములు (*stalactites*) ఉత్ శైలములు (*stalagmites*) ఏర్పడుతున్నాయి.

కొన్ని అవసాదీయనిక్షేపాలు ప్రత్యక్షంగాగానీ, పరోక్షంగాగానీ జంతువృక్ష జీవ ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడుతాయి. కాల్షియమయసంయోజనంగల (Calcareous composition) ఆర్గానిక శిలలలో సున్నపురాళ్లు ముఖ్యమైనవి. జీవపదార్థములు సంచితం అయి కాల్షియమయమైన బురదలో ఇరుక్కుపోవడంవల్ల అటువంటివి కొన్ని ఏర్పడుతాయి. ఫోరామినిఫెరా, కోరల్స్, క్రినాయిడ్స్, మోలస్క్, క్రస్టే షియాలు అనేవి ముఖ్యంగా సున్నపురాళ్లలో ఆ విధంగా ఏర్పడ్డవే. గ్లోబీజెరైనా స్రావము (globigerina ooze) సున్నము (chalk), పగడపుసున్నపురాళ్లు ఈ రకమైన శిలలకు ఉదాహరణలు. ఆర్గానికి జన్యములైన లోహమయ నిక్షే పాలలో (Ferruginous deposits) చెప్పదగినది బోగ్ లోహధాతుకము (bog iron ore). పీట్, లిగ్నైటు, రాక్షసిబొగ్గు - ఇవి అంగారక పదార్థసంబంధమైన కార్బనమయ నిక్షేపాలు. ఈ శిలలన్నిటిలోనూ ముఖ్యంగా వృక్షావశేషాలు వేరు వేరు స్థితులలో పడిఉంటాయి.

కాయాంతరిత శిలలు

ఉష్ణోగ్రతవల్లనూ, వత్తిడివల్లనూ, రసాయన ద్రవ్యములవల్లనూ ఆగ్నేయ శిలలలోనూ, అవసాదీయ శిలలలోనూ మార్పులువస్తాయి. ముఖ్యంగా వేడిమివల్ల వచ్చే అన్నిరకాల మార్పులనూ ఉష్ణకాయాంతరణము (Thermal metamorphism) అంటారు. పెద్దపెద్ద ఆగ్నేయ శిలాసమూహంలో కలిగే సామాన్య కాయాంతరణాన్ని సంపర్కకాయాంతరణము (*Contact metamorphism*) అంటారు. వత్తిడివల్ల రాయి ముక్కలు ముక్కలు అవుతుంది. ఈవిధంగా ముఖ్యంగా వత్తిడి వల్ల జరిగే మార్పులను అపదళన కాయాంతరణము (*cataclastic metamorphism*)

అంటారు. వేడిమి, వత్తిడీకూడా కలిస్తే కాయాంతరణం అత్యంత శక్తివంతంగా జరిగి, రాయి ఇంచుమించు సంపూర్ణపునఃస్ఫటికీకరణం (recrystallisation) జరిగి, కొత్తకొత్త సంరచనలకు దారితీస్తుంది. ఇటువంటి మార్పును *గతిక కాయాంతరణము* (*dynamic metamorphism*) అని గానీ, *గతిక ఉష్ణకాయాంతరణము* (*Dynamothermal metamorphism*) అని గానీ అంటారు.

భూగర్భంలో చాలాలోతున శిలల ప్లాస్టికత్వం (Plasticity) అధికం కనుక, నిర్దిష్టపీడనం (directed pressure) ఉండదు కనుక, అక్కడ పీడన ఉష్ణోగ్రతల ఉమ్మడిప్రభావం అధికంగా ఉంటుంది. ఖనిజములు రూపాంతరం చెందుతాయే కాని కొత్తరచనలు ఏర్పడవు. ఈ స్థితిలో జరిగే మార్పులనే *పాతాళీయకాయాంతరణం* (*plutonic metamorphism*) అంటారు. *గ్రెన్యూలేటులు* వంటి సమకణీయ (evenly granular) శిలలు ఏర్పడుతాయి.

ఒక్కొక్కప్పుడు కాయాంతరణకారకములు స్థానికంగానే పనిచేస్తూ, *స్థానిక కాయాంతరణం* (*local metamorphism*) కలిగిస్తాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు అవి విస్తృతప్రదేశంలో పెద్దపెద్ద మార్పులను కలిగించి *ప్రాంతీయ కాయాంతరణం* (*regional metamorphism*) కలిగించవచ్చు.

వత్తిడివల్ల కాయాంతరితశిలలోని ఖనిజఘటకముల (constituents) పేర్పు మారి, వాటి దీర్ఘాక్షరములు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఏర్పడుతాయి. అందు వల్ల శిలలో సమాంతర సంరచన లేక *పత్రణము* (*foliation*) ఏర్పడుతుంది. పత్రణం బాగా అభివృద్ధి అయితే *శిలా విదళనము* (*rock cleavage*) జరుగుతుంది. రాయి పొరలు పొరలుగా పత్రణమునకు సమాంతరంగా పగిలిపోవడానికి ఇదే కారణం. స్ఫటికంగా ఏర్పడని బహుసూక్ష్మకణీయశిలలలో అభివృద్ధి అయే పత్రణమును "*స్లేటీ విదళనము* (*slaty cleavage*) అంటారు. దీనికి *బలపపురాయి* ఒక చక్కని ఉదాహరణ.

అత్యధికంగా స్ఫటికీయమై, విదళనం కలిగిఉండి, స్పష్టంగా కనిపిస్తున్న పట్టీలవంటి ఖనిజములు కలిగిన శిలలను *షిస్ట్* (*schist*) అంటారు. అత్యధికంగా స్ఫటికీయమై, అపరిపక్వపత్రణం కలిగిన శిలలను *గ్నీస్* (*gneiss*) అంటారు.

అవసాదీయ శిలలు కాయాంతరణం చెందడంవల్లకూడా షిస్టులు, గ్నీసులు ఏర్పడవచ్చు. ఈవిధంగా షేల్సు (shales) నుండి మైకా (లేక *హార్న్‌బ్లెండ్ షిస్ట్*), *గ్నీస్* ఏర్పడుతాయి. పత్రణం కలిగిన అభ్రకం కలిసిన, అపరిశుద్ధ సైకత శిలయే షిస్ట్. బలపములలో చాలాభాగం బాగా అభివృద్ధిచెందిన స్లేట్ విదళనము కలిగి, బహుస్వల్పంగా స్ఫటికీయమైన, విదళితమైన షేల్సు.

అపత్రితకాయాంతరిత అవసాదీయ శిలలలో *క్వార్ట్‌జైటు*, మార్బులే (పాలరాయి) ముఖ్యమైనది. ఇంచుమించు పరిశుద్ధమైన క్వార్ట్‌జ్ సైకతశిలనుంచి ఏర్పడ్డ కఠినశిల క్వార్ట్‌జ్, సున్నపురాయినుంచి ఏర్పడ్డది మార్బుల్.

ఐదవ ప్రకరణం

భూపృష్ఠపు చలనములు

భూమ్యుపరితలపు అనియమములు

భూమి గుండ్రంగా ఎందుకు ఉన్నదో న్యూటన్ గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతం తెలియజెప్పింది. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం భూమిలోని అణువులన్నీ గరిమనాభి వైపుగా ఆకర్షింపబడుతాయి. కనుక సహజంగా గోళాకృతి సిద్ధిస్తుంది. భూమి ఖచ్చితంగా గోళాకారంలో ఉండకపోవడానికి కూడా న్యూటన్ కారణం చూపించాడు. భూమి తనచుట్టూ తాను తిరుగుతూ ఉండడంవల్ల భూమిలోని ప్రతి అణువుమీదనూ గురుత్వాకర్షణకి తోడు భూకేంద్రంనుంచి దూరంగా తోసివేయడానికి యత్నించే వికేంద్రత్వశక్తికూడా పనిచేస్తుంది. ఈ వికేంద్రత్వశక్తి భూమధ్యరేఖవద్ద అత్యధికంగా ఉంటుంది. కనుక భూమధ్యరేఖవద్ద ఉబ్బెత్తుగానూ, ధ్రువముల దగ్గర తప్పడగానూ ఏర్పడింది. కనుక భూమ్యుపరితలం సర్వత్రా సముద్రతలంతో సమానమైన తలములోనే కనుక ఉంటే అప్పుడు భూమి లఘ్వక్ష పరిక్రమణ దీర్ఘవృత్తజము లేదా లఘ్వక్షగోళాభం (oblate spheroid) వలె ఉంటుంది. ధ్రువాక్షము విషువదక్షంకన్న రవ్వంత (43 కి.మీ.) తక్కువగా ఉంటుంది. కాని, నిజానికి భూమి పరిశుద్ధమైన లఘ్వక్షగోళాభం కూడా కాదు.

భూమి పరిశుద్ధమైన లఘ్వక్షగోళాభం కాకపోవడానికి కారణం భూపృష్ఠంలోని శిలలన్నీ ఒకే సాంద్రత కలిగి ఉండకపోవడమే. కనుక, తేలిక అయిన సియాల్‌శిలలు భూపృష్ఠంలో ఏర్పడినచోట్ల గురుత్వాకర్షణ తక్కువ అయి అక్కడ "ఉభారములు" (bulges) ఏర్పడుతాయి. అటువంటి ప్రదేశములే భూఖండములు. భార తరములైన సీమాశిలలు ఉన్నచోట్ల గురుత్వాకర్షణ అధికం కనుక అక్కడ పల్లం ఏర్పడుతుంది. అవే మహాసముద్ర ద్రోణులు (oceanic basins). భూపృష్ఠశిలల సాంద్రతల్లోనూ, మందంలోనూ భేదాలు ఉండడం వల్లనే ఖండములు, పర్వతములు, మహాసముద్ర ద్రోణులు ఏర్పడి గోళాభమైన భూమ్యుపరితలంలో అనియమాలు కలుగుతున్నాయి.

భూసమతులినము

1889 లో డట్టన్ అనే అమెరికన్ భూవిజ్ఞాని "*భూసమతులినము*" (*isostasy*) అనే పదాన్ని ప్రవేశపెట్టేడు. (ఆ గ్రీకు పదానికి సమానభారము కలిగినది అని అర్థం.) ఖండముల ఔన్నత్యాన్ని, మహాసముద్రాల నిమ్నత్వాన్ని (అందులో ఉన్న శిలాసాంద్రతులను బట్టి) నిర్ణయించగల గురుత్వాకర్షణసామ్యావస్థను (gravitational equilibrium) ఈ పదం సూచిస్తుంది. ఈ భావాన్ని అనుసరించి, భూపృష్ఠశిలల సాంద్రతాభేదాలనుబట్టి పర్వతాలుగా, పీఠభూములుగా, మహాసముద్ర ద్రోణులుగా వేరువేరు ఔన్నత్యములు సంభవిస్తాయి.

సుమారు నూరుసంవత్సరాల క్రితం "సర్వే ఆఫ్ ఇండియా" వారిచే గంగా సింధుమైదానం సర్వే చేయబడినప్పుడు కళ్యాణ్‌పూరు అక్షాంశానికీ, కళ్యాణ (600 కి.మీ. ఉత్తరంగా ఉంది) అక్షాంశానికీ మధ్యగలభేదాన్ని ఖగోళ సిద్ధాంతాల ప్రకారమూ, భూమిమీద త్రిభుజీయసర్వేక్షణము (triangulation) ద్వారానూ కొలిచారు. ఈ రెండుపద్ధతుల ఫలితాలకీ భేదం 5·23 సెకండుల చాపం (arc) కనబడింది. ఇది 168 మీ. కి సమానం. ఈ భేదానికి కారణం హిమాలయ పర్వతం తన గురుత్వాకర్షణవల్ల ఒడంబాన్ని (plumb line) తనవైపుగా లాక్కోవడమే ననుకున్నారు. మరికొన్ని సంవత్సరాలకు ఆర్చిడేకన్ ప్రాట్ అనే ఆయన హిమాలయపర్వతాల ద్రవ్యరాశిని ఉజ్జాయింపుగా లెక్కవేసి, కళ్యాణ పూర్ దగ్గర, కళ్యాణదగ్గర హిమాలయ గురుత్వాకర్షణను లెక్కలువేసి, వాటి భేదం 15·885″ (అనగా కొలిచిన భేదానికి సుమారు మూడు రెట్లు) ఉండాలని నిర్ణయించాడు. ఈ అసంగతి (anomaly) కి కారణం హిమాలయాల అడుగున చాలాలోతున శిలలసాంద్రత బాగా తక్కువ అయి ఉండాలని ఊహించారు.

పైన చెప్పిన ప్రేక్షణాలను (observations) ఆధారం చేసుకునీ, భూకంప తరంగాలను ఉపయోగించి భూపృష్ఠాన్ని పరిశోధించీ పర్వతాల "వేళ్లు" భూమిలో 50, 60 కి. మీ. లోతువరకు ఉండి సియాల్ శిలలతో నిండి ఉంటాయని తెలుసుకున్నారు. సముద్ర సమీపంలో మైదానాల క్రింది సియాల్ మందం 30 కి.మీ. కి లోపు మాత్రమే. తక్కువ లోతైన సముద్రాల నేలమీద అసలు సియాల్ లేనే లేదు.

ఖండాలూ, పర్వతాలూ, పీఠభూములూ, మహా సముద్రద్రోణులూ మొదలైన భూపృష్ఠపు రూపురేఖలు అన్నీ భూసమతులిన సామ్యావస్థ. (isostatic equilibrium) లో ఉన్నాయి. ఈ సామ్యావస్థ అప్పుడప్పుడు భూవైజ్ఞానిక కారకముల (geological agents) వల్ల మారిపోతూ ఉంటుంది. ఉదాహరణకి, పర్వతాల నుంచి అరగదీయబడిన ద్రవ్యం విరివిగా నదులవల్ల కొనిపోబడి సముద్రగర్భంలో పడితే, పర్వతములు తేలికఅయి, సముద్రంలో బరువు ఎక్కువ అవుతుంది. సామ్యావస్థ తిరిగి చేకూరడానికి మందమైన శీర్షచలనములు (vertical movements) కలుగుతాయి. ప్రభావితమైన భూపృష్ఠభాగాలు ఈ చలనంవల్ల కొన్నిచోట్ల పైకి లేస్తాయి, కొన్నిచోట్ల దిగబడతాయి. వీటికి తోడు సియాల్ క్రింద నున్న చక్కని ద్రవ్యం నెమ్మదిగా పార్శ్వకంగా (lateral) కదిలి లోతున ఉన్న పొరలు సర్దుకుంటాయి. ఈవిధంగా భూసమతులిన క్రియవల్ల భూచలనం కలుగుతుంది. దీనివల్లనే సముద్రీయ అవసాదములు పైకి లేవనెత్తబడుతూ ఉంటాయి.

ఖండవహనము

ఖండములు ఏర్పడడానికి హేతువైన సియాల్ ద్రవ్యం భూమిమీద అంతటా సరిసమానంగా కాక హెచ్చుతగ్గులతో పొరలా ఏర్పడి ఉన్నదనీ, అది అయినా భూమి ఉపరితలంలో మూడవవంతు భాగం మాత్రమే ఆక్రమించి ఉన్నదనీ తెలుసుకున్నాం. ఈవిధమైన విభజన (distribution) కి అసలైన కారణం ఏమిటో తెలియదు. ఒకానొక కాలంలో ఈ సియాల్ పొర అవిచ్ఛిన్నంగా ఉండేదనీ, ఖండముల రూపంలో కొన్ని కొన్నిచోట్ల కేంద్రీకృతం కావడానికి చలక్షేత్రములలో (mobile belts) ముడతలు పడడమే కారణమనీ, లేదా మేంటిల్‌లో నెమ్మదిగా కదిలే సంనయన ప్రవాహాల వల్ల (convection currents) ఒకచోట తెట్టెలా కట్టడంకానీ కారణమనీ సాధారణంగా భావింపబడుతోంది. అల్లా కాకపోతే ఒక్కే ఒక ఖండద్రవ్యం (వెజినర్ యొక్క పేంగాయా - *Pangaea* of wegener) గానీ, లేదా రెండు ధ్రువీయఖండములుగానీ, లేదా చతుష్ఫలికం (tetrahedron) యొక్క నాలుగు బిందువులకూ సంబంధించిన నాలుగు ఖండాలుగానీ ఉండి ఉండవచ్చు.

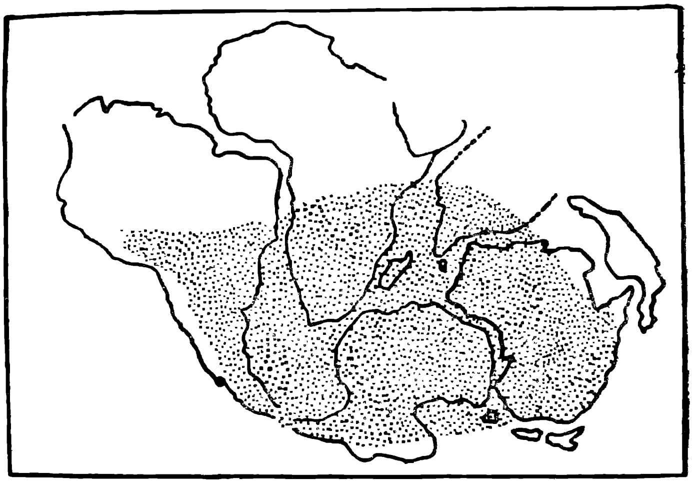
ఖండములయొక్క, మహాసముద్రాలయొక్క సుస్థిరత్వాన్ని *(permanence)* గురించిన విషయం. అంటే ఖండములు, ముఖ్యమైన మహాసముద్రద్రోణులు ఇప్పుడు ఉన్నట్లుగానే యుగయుగాలుగా ఉన్నవా లేదా అనే విషయం వివాద గ్రస్తంగా ఉంది. ఇదే నిజమైతే, ఒకానొక కాలంలో సియాల్ అవిచ్ఛిన్నంగా ఉండినట్లయితే, కొన్ని భూభాగాలు సముద్రగర్భంలోకి దిగబడి మునిగిపోయి ఉండాలి. కాని, ఈవిధంగా జరిగిఉండే అవకాశంలేదు. ఏమంటే మహా సముద్రద్రోణుల అట్టడుగు నేలలలో సీమాయే కాని సియాలిక ఖండ ద్రవ్యం ఏమీలేదు. ఆ మహాసముద్ర ద్రోణీతలములు పైకిలేచి కొత్త ఖండములు ఏర్పడ్డట్లుగా కూడా దాఖలాలు లేవు.

చాలామంది అంగీకరించిన *ఖండవహన* సిద్ధాంతం ప్రకారం ఒకప్పుడు దక్షిణ అమెరికా, ఆఫ్రికా, ఇండియా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్కిటికాలు కలిసి ఒకే ఒక దక్షిణ మహాఖండంగా ఉండేదిట. దానికి *గొండ్వానాలాండు (Gondwanaland)* అని పేరు పెట్టేరు. పురాజీవకయుగం (Palaeozoic time) పూర్తి అయిన తరువాత గొండ్వానాలాండు బ్రహ్మాండమైన భూపృష్ఠపు ముక్కలుగా విరిగిపో నారంభించింది. ఈ ముక్కలు అడుగున ఉన్న సీమాపొరమీదనూ, మేంటిల్ మీదనూ జారి ఒకదానితో ఒకటి సాపేక్ష్యంగానూ, ఉత్తర దక్షిణధ్రువాలతో సాపేక్ష్యంగానూ కూడా కదిలేయి.

ఈ ఖండవహన సిద్ధాంతాన్ని సమర్థిస్తూ భూవైజ్ఞానిక వాదాలూ, భూభౌతిక వాదాలూ కూడా చాలా ఉన్నాయి. అన్నింటికన్న ముఖ్యమైన వాదం ఏమిటంటే అట్లాంటిక్ సముద్రంలోని ఆఫ్రికా - దక్షిణఅమెరికాల తీరరేఖలు తాళంకప్పా తాళంచెవీలాగ ఒకదానిలో ఒకటి సరిగ్గా అతికినట్లు సరిపోవడమే. అట్లాంటిక్ మహాసముద్రపు ప్రాక్పశ్చిమతీర భూముల భూవైజ్ఞానిక చరిత్ర, సంరచనలలో పోలికలు బాగా ఉండడం మరియొక నిదర్శనం.

పెర్మో - కార్బానిఫెరస్ యుగంనాటి హిమనదీకరణములలో (glaciations) సంచితమైన అవసాదములు దక్షిణ ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్కిటికా, ఇండియాలలో కనిపిస్తున్నాయన్నది మరొకనిదర్శనం. ప్రస్తుతకాలంలో ఈ

ఖండాలు భూతలంమీద బహుదూరంగా విసిరివేయబడి ఉన్నాయి. వాటిలో చాలా భాగం మంచు ఏర్పడడానికే అవకాశంలేని ఉష్ణమండలంలో ఉన్నాయి. హిమనదీ కరణం ఆరంభమైనప్పుడు ఈ ఖండములన్నీ దక్షిణధ్రువానికి దగ్గరగా గుమిగూడి ఉండవచ్చు. (9-వ బొమ్మ చూడు.)



పటము 9. కార్బానిఫెరస్ యుగమునాటి ఉన్ముఖమైన సమూహపు గోండ్వానాలాండు. చుక్కలతో కనుబడుచియుండు ప్రదేశము హిమనదీ కరణముల భాగములు. (హోమ్సు తర్వాత)

పర్వత జననము, మహాదేశ జననము

పటల విరూపణము *(diastrophism)* అనే పదం భూపృష్ఠపు చలనములన్నిటికీ వర్తిస్తుంది. భూకంపములవంటి త్వరిత చలనములనీ, మందచలనములనీ వాటిని రెండు వర్గములుగా విభజించవచ్చు. మందగతికలిగి సాపేక్షంగా పెద్దవి అయిన చలనములలో రెండు రకాలు; *పర్వత జనకములు, మహాదేశ జనకములూనూ,* సన్నని పొడుగుపాటి పట్టీలవంటి క్షేత్రములు సంపీడన శక్తికి (force of compression) లోనై శిలాద్రవ్యము ముడతలుపడి, పైకిలేచి,

పర్వతములు ఏర్పడుతాయి. ఇది *పర్వతజనక* (*oragenic*) చలనము. భూపృష్ఠ భాగం - చిన్నదిగానీ, పెద్దదిగానీ - సంపీడన లేకుండా, ముడతలు పడకుండా, పూర్వస్థితి మారకుండాగానీ, ఎత్తుకిగానీ, పల్లానికిగానీ, స్వల్పంగా వాలు ఏర్పడి నట్లు పైకి లేవడంగానీ, దిగబడడంగానీ జరిగితే దానిని *మహాదేశ జనక చలనం* (*epeirogenic*) అంటారు. సాధారణంగా నేలను పైకిఎత్తే పటలవిరూపణ శక్తులు, క్రిందికి అదిమే శకులకన్న బలీయంగా ఉంటాయి.

భూ వైజ్ఞానికంగా ఇటీవలికాలంలో శిలాద్రవ్యంలో ముడుతలుపడి, ఇంకా ఇప్పటికీ తరుచు భూకంపాలు కలుగుతూ ఉండే *చలక్షేత్రములను* ప్రస్తుతం గుర్తించవచ్చు. హిమాలయపర్వతప్రాంతం అట్టి చలక్షేత్రములకు చక్కని ఉదాహరణ. బహు మందంగా అవసాదములు నిక్షిప్తమైన సన్నని పొడుగుపాటి పథములలో చలక్షేత్రములు ఉద్భవిస్తాయి. క్రిందికి దిగబడే లక్షణంగల చల క్షేత్రాన్ని *విస్తీర్ణ అభినతం* (*geosyncline*) అంటారు. క్రిందికి దిగబడే అభినతి మీద అవసాదంవల్ల అధికాధికంగా బరువుపెరిగి, విస్తీర్ణాభినత శిలల క్రింది పునాదులను చాలా లోతుకు కిందికి తొక్కివేయడంవల్ల, ఆ క్రింది భాగాలు చాలా వేడెక్కుతాయి. ఆఖరికి *పర్వత జననం* మొదలు అయి, సన్నని చలక్షేత్రం పైకి లేవనెత్తబడి, పర్వతాలు ఏర్పడుతాయి. భూ పృష్ఠంలో అడుగున తయారైన కరిగిన ద్రవ్యం రాళ్ల మడతలలో నుంచి పైకి లేవనెత్తబడి *ఆగ్నేయ అంతస్సానివాలు* ఏర్పడుతాయి.

కొత్తగా ఏర్పడ్డ *పరతజనకక్షేత్రం* వాతావరణ కారకములచేత వేగంగా కోసివేయబడుతుంది. ఈవిధంగా కోసివేయబడిన అపారమైన ద్రవ్యం నదులచేత మోసుకుపోబడి, మరొకచోట నిక్షిప్తం అవుతుంది. సాధారణంగా పర్వతజనక క్షేత్రపు ఆయుఃప్రమాణము కొన్ని కోట్ల సంవత్సరాలు,

మహాదేశజనక చలనములు ఖండములను, సముద్రపునేలలనూ మారుస్తాయి. సంపీడనంగానీ, వలనము (folding) గానీ లేకుండా ఆ ప్రదేశాలు పైకి ఎత్త బడడంగానీ, కిందికి దిగబడడంగాని జరుగుతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు భూపృష్ఠం స్వల్పంగా సమావలనం (warping) చెందడంకూడా కద్దు. మహాదేశజనక

కల్లోలములలో శిలాద్రవ్యం విభాగము (fracture) గానీ, భ్రంశము (fault) గానీ అవుతుంది.

నేల ఎంత పైకి లేచిందో, లేదా ఎంత కిందికి దిగబడిందో లెక్కకట్టడానికి ఒక ఆధారతలము (*datum* level) అవసరం. సముద్రతలాన్ని ఆధారతలంగా తీసుకోవచ్చు. ఏమంటే సముద్రపు సరాసరి జ్వారీయతలము (tidal level) సుమారుగా స్థిరంగా ఉంటుంది. పటములలో చూపించే ఎత్తులన్నీ ఈ సముద్రతలాన్ని ఆధారతలంగా తీసుకుని సూచింపబడ్డవే. భూసముద్రతలములమధ్య ఎత్తులలో చిన్నచిన్న మార్పులు జరిగినట్లు భూమి చరిత్రను చూస్తే తెలుస్తుంది.

భూప్రదేశపు ఉన్నయనము

సముద్రతలం కన్న ఎత్తుగా ఉన్న తీరప్రాంతము, ఉత్థాపిత తరంగ కృత్త వేదికలు (elevated wave-cut terraces), సముద్రగుహలు, ఫాసిలీఫెరస్ స్తరములు—ఇవి భూప్రదేశము పైకి లేచిందనడానికి నిదర్శనాలు. సూరత్ సమీపంలో సముద్ర తలానికి పైన బసాల్ట్ లావామీద న్యుమ్యులైట్ (Nummulitic) సున్నపురాళ్లు పడి ఉండడాన్ని ఆధారంగా చేసుకుని, దక్కను పీఠభూమిపైకి లేవనెత్తబడిందని ఊహింపబడుతుంది.

భూప్రదేశము (దిగబడుట) క్రుంగుట

నిమజ్జితమైన అడవులు, లోయలు, భవనాలూ మొదలైనవి భూప్రదేశం దిగబడిందనడానికి నిదర్శనాలు.

1819 లో వచ్చిన భూకంపఫలితంగా రాన్ ఆఫ్ కచ్‌లో కొంతభాగం నిమజ్జితం అయిపోయింది.

అండమాన్, నికోబార్ దీవులు అరకన్‌తీరంనుంచి వేరై పోవడానికి నిమజ్జనం కారణం.

బొంబాయిద్వీపంలో తూర్పువైపున నీటిమట్టానికి 4 మీటర్ల కింద బురదలో కప్పబడిన చెట్లు కనబడ్డాయి. మద్రాసురాష్ట్రంలో తిరునల్వేలితీరంలో నిమజ్జితమైన అరణ్యం కనబడింది. వీటినిబట్టి భూప్రదేశం అక్కడక్కడా దిగబడి లేదా క్రుంగిపోయిందని చెప్పడానికి వీలుపడుతున్నవి.

ఆఱవ ప్రకరణం

అగ్నిపర్వతములు - భూకంపములు

'శిలాద్రవం లేదా *మాగ్మా* గడ్డకట్టగా ఏర్పడ్డ శిలలను *ఆగ్నేయ శిలలు* అంటారు' అని 4-వ ప్రకరణంలో నిర్వచించాం. భూమిలో చాలా లోతునుంచి పైకివచ్చిన ద్రవ్యాలకి ఆగ్నేయశిలలు ప్రతినిధులు. లావా ప్రవహించడంవల్ల ఏర్పడిన సూక్ష్మకణీయములైన నున్నని గాజువంటి శిలలను *జ్వాలాముఖ శిలలు* అంటారు. *అగ్నిపర్వత సక్రియత* (*Volanic activity*) వల్ల విశదమయే ఆగ్నేయ సక్రియతను భూమిమీద చాలా ప్రదేశాలలో పరిశీలించవచ్చునుగాని, భూమిలోపల లోతు ప్రదేశంలో జరిగే ఆగ్నేయ ప్రక్రియలను పరిశీలించాలంటే భూభౌతిక సాంకేతిక ప్రక్రియలుగాని, లేదా తత్సంబంధమైన తదితర ప్రక్రియలుగాని ఉపయోగించవలసి ఉంటుంది.

అగ్నిపర్వత సక్రియత, దానివల్ల ఏర్పడిన పదార్థాలు

అగ్నిపర్వతం అనేది నిజానికి భూపృష్టంలో ఏర్పడ్డ నెఱియ లేక రంధ్రం. దీనిద్వారా భూమిలోపలిభాగాలతో సంబంధం ఏర్పడుతోంది. దీనినుంచి కలిగిన ఎఱ్ఱని శిలాద్రవం ఫౌంటెన్ రూపంలో బయటికి ప్రవహిస్తుంది. వాయువులు, అగ్నిశిలాసంబంధమైన బూడిదకూడా భూమి పైభాగానికి వెదజల్లబడతాయి. ప్రకృతిలో అతిభయంకరమైనదీ దర్శనీయమైనదీ బహుశా అగ్నిపర్వతవిస్ఫోటనమే. భూవైజ్ఞానికశాస్త్రదృష్ట్యాచూస్తే భూపృష్ఠంలో భ్రంశములు, ముడతలూ కల్పించి, మహాదేశాన్ని పైకీ కిందికీ కదిలించే బృహత్తరశక్తులతో పోలిస్తే అగ్నిపర్వతాల ప్రాధాన్యత చాలా తక్కువ.

బయటికి వెదజల్లబడినద్రవ్యం అగ్నిపర్వతముఖద్వారంవద్ద సంచితమై, శంఖు ఆకారంగా ఏర్పడి, దానిపైన గల్లా ఆకారంలో బిలం (crater) ఏర్పడి, అందులోనుంచి వేడెక్కిన శిలాద్రవ్యమూ, వాయువులూ బయటికి తోయబడుతూఉంటాయి. తరుచుగా ఏర్పడే *శంఖు-బిల* (*cone-crater*) ఆకారంగల అగ్నిపర్వతాలను

కేంద్రీయ జాతివిగా పేర్కొంటారు. ఏమంటే, వీటిలోని సక్రియత (activity) అంతా గొట్టంలాంటిద్వారంలో కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది. కనుక చాలా పెద్దబిల ములను *జ్వాలాముఖ కుండములు (calderas)* అంటారు. అతిబలీయమైన విస్ఫో టనములవల్ల అగ్నిపర్వతపు శంఖాకారపు పైభాగం పైకి లేచిపోవడంచేతగానీ, పర్వతశిఖరంలోనికి కుదించుకుపోవడంవల్ల గానీ జ్వాలాముఖకుండలములు ఏర్పడు తాయి.

పైన వర్ణించిన కేంద్రీయజాతి అగ్నిపర్వతములేకాక, *భూమినెరియల (fissures)* లోనుంచికూడా అగ్నిపర్వత విస్ఫోటనాలు జరుగుతూఉంటాయి. కాని ఇవి అంత శక్తివంతంగా ఉండవు. కేంద్రీయజాతి అగ్నిపర్వతాలలో ఉన్నట్లు అపారమైన వాయువులు, శిలాశకలములు వీటిలో ఉండవు. ఇండియాలోని దక్కన్ ట్రాప్ (Deccan trap) ప్రవాహములు బ్రహ్మాండమైన నెరియలలోనుంచి వచ్చినవని భావింపబడుతోంది.

అవిచ్ఛిన్నంగా చాలాకాలంపాటు ఉద్భేదనం చెందే అగ్నిపర్వతాలు చాలా తక్కువ. 'ఆగి ఆగి' జరిగే అంతరాయి క్రియాశీలతే (intermittent activity) తరుచుగా కవిపిస్తుంది. కొన్ని అగ్నిపర్వతాలు *ప్రసుప్తస్థితి (dormant*. ఈలాటిన్ పదానికి నిద్రించుట అని అర్థం)లో చాలాకాలం ఉండి, క్రియాశీలత పూర్తిగా ఆగిపోయిందా అనిపించేటట్లు ఉంటాయి పైకి. అగ్నిపర్వతం పూర్తిగా విలుప్తం అయే *(ఆరిపోయే)* ముందు క్షీణదశలో ప్రవేశిస్తుంది. ఆ క్షీణదశలో నీటియావిరి, తదితర ఉష్ణవాయువులు, బాష్పములు (vapours) బయటికి విరజిమ్మబడతాయి. వీటిని "ఫ్యూమరోల్స్" అనిగానీ "సోల్ఫటారాస్" అనిగానీ అంటారు.

ప్రపంచం మొత్తంమీద క్రియాశీలత కలిగిన అగ్నిపర్వతాలు ప్రస్తుతం 500 దాకా ఉన్నాయి. హిమాలయప్రాంతంలోగానీ, భారతదేశద్వీపకల్పంలోగానీ అగ్నిపర్వతాలు లేవు.

అండమానుదీవులకు తూర్పుగా బంగాళాఖాతంలో ఉన్న బేరన్ద్వీపం (Barren Island) ప్రస్తుతం ప్రసుప్తావస్థలో ఉన్న అగ్నిపరత్వం. పూర్వం అది ఒక పెద్ద జ్వాలాముఖకుండమేగాని, ప్రస్తుతం దాని మండిత అవశేషం

(Truncated remnant) మాత్రమే మిగిలి ఉంది. మధ్యలో సౌష్ఠవమైన శంఖు, సముద్రతలానికి 350 మీటర్ల ఎత్తున బిలము, వాటిచుట్టూ 3 కిలోమీటర్ల వ్యాసార్ధంగల "ఏంఫి థియేటరు" ఉన్నాయి. ఆ శంఖుయొక్క మూలం సముద్రంలో కొన్ని వేలమీటర్ల లోతున ఉంది. 19 వ శతాబ్దారంభంలో ఈ అగ్నిపర్వతం విస్ఫోటనంచెంది, అప్పటినుంచి ఇప్పటివరకూ ప్రసుప్తావస్థలో ఉంది. తరువాత మందమైన సోల్ఫటారికస్థితిలోకి జారిందని ఆచిలకుడ్యములమీద పడిఉన్న గంధకమునుబట్టి తెలుస్తోంది. భారతదేశానికి చెందిన మరొక అగ్నిపర్వతంపేరు 'నర్కొండమ్'' (Narcondam). ఇది బేరన్‌ద్వీపానికి ఈశాన్యంగా సుమారు 150 కిలోమీటర్ల దూరములో ఉన్నది. ఇది బహుశా పూర్తిగా ఆరిపోయిందని తోస్తుంది. దీని బిలకుడ్యం పూర్తిగా శిథిలమైపోయింది.

భూమిమీద అగ్నిపర్వతాలు ఉండే ప్రదేశాలూ, భూకంపాలు సంభవించే మండలాలూ చాలాభాగం ఒకటిగానే ఉన్నాయి. దీనినిబట్టి ఈ రెండు ప్రక్రియలకూ ఏదో నిర్దిష్టమైన సంబంధం ఉన్నట్లుగా సూచింపబడుతున్నది. లోతైన మహాసముద్రాలతీరాలలో భూఖండముల తీరపువాలులలోనూ, యౌవనావస్థలో ఉన్న పర్వతములదగ్గరలోనూ అగ్నిపర్వతాలు ఉండడం గమనిస్తే భూపృష్ఠంలో అవుకుగా ఉన్నచోట్ల ఇవి ఉంటాయని తెలుస్తోంది.

అగ్నిపర్వతాలు వెదజల్లే వాయువులలో అతి ముఖ్యమైనది నీటిఆవిరి. ఈ నీరు బహుశా భూమి పైభాగాన ఉన్న సరస్సులనుంచీ, సముద్రాలనుంచీ. భూమి గత జలమునుంచీ వచ్చిఉంటుంది. నీటిఆవిరితోపాటు కార్బన్ డైఆక్సైడు, సల్ఫర్ డై ఆక్సైడు, కొద్దిగా హైడ్రోజను, కార్బన్ మోనాక్సైడు, గంధకము, క్లోరిన్ కూడా ఉంటాయి.

అగ్నిపర్వతాలలో నుంచి బయటికి వచ్చిన కరిగివున్న ఉష్ణద్రవ్యమునూ, అది చల్లబడగా ఏర్పడ్డ శిలలనూ కూడా "లావా" అంటారు. వీటికి మూలమైన భూమి లోపల ఉండే కరిగిన శిలాద్రవాన్ని "మాగ్మా" అంటారు. బిలంనుంచి బయటకు వచ్చేటప్పుడు శ్వేతతప్తంగా (white hot) ఉన్న లావా క్షీణరక్తవర్ణంలోకి మారుతుంది. కొండవాలులలోనుంచి బయటికి జారేటప్పుడు అది క్రమంగా చల్ల

బడుతూ ఉంటే మరింతగా చిక్కబడుతూ ఉంటుంది. ఖనిజములు స్ఫటికీకరణము చెందడం ప్రారంభిస్తాయి. ఆఖరికి అంతా గట్టిపడుతుంది. బసాల్టిక్ లావాలు చురుగ్గా కదిలి అన్ని దిక్కులకూ చాలాదూరం ప్రవహిస్తాయి. ఇటువంటి లావాలతో ఏర్పడిన దక్కన్ ట్రాప్స్ వైశాల్యం సుమారు 5 లక్షల చదరపు కిలోమీటర్లు, పూర్వం దీని వైశాల్యం ఇంకా ఎక్కువగా ఉండి ఉండవచ్చు. ఏమంటే, అనేక వేల సంవత్సరాలపాటు అనాచ్ఛాదన (denudation) కి గురి అవుతూ, బసాల్ట్ లోపలికి కోయబడి; పైనున్న ముక్కలు ఎన్నెన్నో తొలగి బహుదూరం జరిగిపోయి ఉండవచ్చు. ఈ ముక్కలను బట్టి చూస్తే మొట్టమొదట ఈ లావా 14 లక్షల చదరపు కిలోమీటర్ల మేర ఆక్రమించి ఉండేదని తెలుస్తోంది. సిలికా అధికంగా కలిసిన ఆమ్లపు లావాలు (acid lavas) చాలా చిక్కగా ఉండుట మూలంగా ఎంతో దూరం ప్రవహించవు.

లావా సముద్రంలోకి ప్రవహించినా, మరేవిధంగానైనా నీటితో కలిసినా అది మెత్తలు మెత్తలుగా ఘనీభవిస్తుంది. దానిని "పిల్లో లావా" (*pillow lava*) అంటారు. పూర్వ కాంబ్రియన్ యుగానికి సంబంధించిన అటువంటి లావాలు మైసూరు రాష్ట్రంలో కనిపిస్తాయి. (రెండవ చిత్రపటం చూడు).

ఏక సమానరూపురేఖలు కలిగిన సూక్ష్మకణీయ బసాల్ట్‌లలో స్తంభాకార సంరచనలు (columnar structures) అప్పుడప్పుడు ఏర్పడుతాయి. బొంబాయికి దగ్గరలో దక్కన్ ట్రాపులలో స్తంభాకార బసాల్టులు కనిపిస్తాయి. (*3వ చిత్రపటం చూడు.*)

అగ్నిపర్వత విస్ఫోటనాలవల్ల అమిత తప్తమైన ద్రవ్యం గాలిలోకి విరజిమ్మబడి, తరువాత ఘనపదార్థపు ముక్కలుగా భూమిమీద పడుతుంది. ఈ ఘనపదార్థంలో స్వల్పపరిమాణం గల చిన్నచిన్న దుమ్ముకణములలో నుంచి, టన్నులకొద్దీ బరువున్న ముక్కలవరకూ ఉండవచ్చు. ఇటువంటి ద్రవ్యాన్ని "పైరోక్లాస్టులు" (*pyroclasts*) అంటారు. అగ్నిపర్వతముఖ కుడ్యములనుంచీ, గడ్డకట్టి అగ్నిపర్వతముఖాన్ని కప్పివేసిన లావానుంచి, అగ్నిపర్వత ద్వారాన్ని మూసివేసిన మాగ్మా పైపెచ్చునుంచీ ఈ పైరోక్లాస్టు ద్రవ్యం ఏర్పడుతుంది.

అగ్నిపర్వతంనుండి పైకిఎగిరిన శిలాద్రవం గాలివేగానికి సుడులు సుడులుగా ఘనీభవించి క్రిందపడితే వాటిని "*అగ్నిపర్వాతఖాంఖులు*" అంటారు. 2 సెంటి మీటర్ల నుంచి, దుమ్ముకణముల పరిమాణంవరకూ ఉండే ముక్కలను *అగ్నిపర్వాతపు "సిండర్స్"* *(cinders)* అంటారు. వీటిలో పెద్దగా వుండే సిండర్స్‌ని "*లాపిలీ*" అంటారు. తక్కువ పరిమాణంలో ఉంటే దానిని *భస్మం* (*ashes*) అంటారు. ఇది, మండడం లేదా కాలడంవల్ల ఏర్పడ్డ పదార్థాలుకావు. *అగ్నిపర్వాత భస్మం* అనేది బహుసూక్ష్మకణములుగా విభక్తమై అగ్నిపర్వతముఖం నుంచి వెలువడ్డ ద్రవ్యం. ఈ భస్మం గాలిలోకి అనేక కిలోమీటర్ల ఎత్తుకు ఎగిరి, గాలిలో చాలాకాలం తేలియాడుతూ, వాయుప్రవాహాలవల్ల అనేక వందల, ఒక్కొక్కప్పుడు అనేక వేల కిలోమీటర్ల దూరం కొట్టుకుపోతూ ఉంటుంది. అగ్నిపర్వత ధూళి భస్మముల పొరలు తరుచు దగ్గరగా కదనొక్కుకుని "*టఫ్*" (*Tuff*) అన బడే శిల తయారవుతుంది.

భూకంపములు-వాటి కారణములు, ఫలితములు

ప్రాకృతిక సంఘటనలలో అతి భయానకమైన వాటిలో భూకంపాలు ఒకటి. వాటివల్ల అపారమైన ధన ప్రాణ నష్టం జరుగుతుంది. భూపృష్ఠంలో కొంతభాగం హఠాత్తుగా కదలడాన్ని *భూకంపం* అంటారు. భ్రంశముల (faults) గుండా శిలా ద్రవం జారిపోవడంవల్ల ముఖ్యంగా భూకంపాలు కలుగుతాయి. కొన్ని కొన్ని భూకంపాలు భూమిలో అనేకవందల కిలోమీటర్ల లోతున - వత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత అధికంగా ఉండేచోట - ఉద్భవిస్తాయి. భూకంప సమయంలో, భ్రంశరేఖకు అటూ ఇటూ సన్నని మండలంలోనే నేల విజంగా జరుగుతుంది. అటువంటి పరిస్థితిలో ప్రధానంగా "షాక్" తగిలే మండలమూ, తద్వారా నష్టం జరిగే ప్రదేశమూ రేఖీయంగా (linear) ఉంటాయి. దానికి కారణం ప్రకంపనాలు విభంగరేఖలలో పుట్టడమే. కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల పొడుగున ఉన్న విభంగరేఖలో కేవలం 5 నుంచి 15 మీటర్లు జరిగినప్పటికీ చాలా పెద్ద భూకంపం వచ్చే అవకాశం ఉంది.

భూకంపం కలగడానికి మరొక కారణం అగ్నిపర్వత సక్రియత. కాని, ఇది ఏమంత ముఖ్యమైనది కాదు. అగ్నిపర్వత అంతర్గత వాయువుల వత్తిడివల్ల గానీ,

బయటికి పోవడానికి యత్నించే శిలాద్రవపు కదలికలవల్లగానీ భూపృష్ఠపు కింది భాగం హఠాత్తుగా వీగిపోవడంవల్ల బహుశా కొన్ని భూకంపాలు కలుగుతూ ఉండవచ్చు. అగ్నిపర్వతాలవల్ల కలిగే భూకంపాల పరిమితశక్తిమంతములై ఉంటాయి. భూపృష్ఠవిభంగంవల్ల కలిగే భూకంపాలకన్న తక్కువ పరిధిలో సంభవిస్తాయి.

భూ స్ఖలనములు (Landslides), సముద్రాంతర స్ఖలనములు. గుహాపతనములు వగైరాలు భూకంపాలను కలిగించగల చిన్నచిన్న కారకాలు.

భూకంపాలు అతి సామాన్యంగా సంభవిస్తూ ఉండడాన్ని గమనిస్తే భూమ్యుపరితలం కంపనరహితంగా ఎన్నడూలేదని తోస్తుంది. ఈ కంపనాలలో చాలా భాగం బహు స్వల్పమైనవి. బహు అరుదుగా మాత్రమే పెద్దపెద్ద కంపాలు కలుగుతూ ఉంటాయి.

మనకు అనుభూతం కాగల భూకంపాలు కొద్ది సెకనులనుంచి అనేక నిమిషాలవరకూ కంపిస్తాయి. సాధారణంగా భూకంపముల షాక్ తీవ్రతరం అయితే కంపించే సమయం కూడా దీర్ఘతరంగా ఉంటుంది. చాలా ప్రమాదం కలిగించగల భూకంపాల అవధి (duration) సుమారు ఒకటి రెండు నిమిషాలు ఉంటుంది.

భూమి మరీ దృఢవస్తువు (rigid body) కాదనీ, ఇంచుమించు (ఇలాస్టిక్) "సంకోచ వ్యాకోచక శక్తి కలిగి ఉన్నదనీ గుర్తుంచుకోవడం అవసరం. కనుక హఠాదావేగం (sudden impulse) వల్ల కొంత భూభాగం కంపిస్తుంది. షాక్ పుట్టిన చోటినుంచి భూమిలో అన్నిదిశల భూతరంగరూపంలో ప్రకంపనాలు ప్రయాణం చేస్తాయి. భూపృష్ఠపు పైభాగంలో ఈ భూకంపతరంగాలు సాధారణంగా సెకనుకి 5 నుంచి 8 కిలో మీటర్ల వేగంతోనూ, లోతుకి వెళ్ళినకొద్దీ ఇంకా వేగంగానూ ప్రయాణం చేస్తాయి.

భూకంపతరంగాలు మూడువిధాలు :

(1) ప్రాథమికతరంగాలు లేక P (పి) తరంగాలు (Primary waves). వీటినే అనులంబతరంగాలు (longitudinal waves) అనిగాని, సంపీడన

(compression) తరంగాలు అనిగాని వ్యవహరిస్తారు. ఇవి షాక్ కేంద్రం నుంచి అన్ని దిశలకూ ఋజురేఖలలో ప్రయాణం చేస్తాయి. భూకంపతరంగా లన్నిటిలోనూ వేగవంతమైనవి ఇవే. ఇవి సెకనుకి సరాసరి 5·3 కి.మీ. వేగంతో (అధికతమవేగం దీనికి రెట్టింపు ఉంటుంది.) ప్రయాణం చేస్తాయి. ఈ తరంగములలో కణములు గమనదిశలో ముందు వెనుకలకు కదులుతాయి.

(2) ద్వితీయక లేక S (యస్) తరంగాలు (Secondary waves). వీటిని అనుప్రస్థ (Transverse) తరంగాలు అని కూడా అంటారు. కణములు గమన దిశకు లంబంగా కంపించడమే ఈ పేరుకి కారణం. ఇవి P తరంగాలకు సన్నిహితంగా ప్రయాణం చేస్తాయి. వీటివేగం P తరంగ వేగంలో సుమారు సగం ఉంటుంది. కాని, ఇవి P తరంగాలకన్న ఎక్కువ వినాశకరములు. ఈ తరంగాలు భూమి ఉపరితలాన్ని చేరుకున్నప్పుడు నేల ఊగిసలాడినట్లు అవుతుంది.

(3) P (పి), S (యస్) తరంగాలు, భూమ్యుపరితలాన్ని చేరుకున్న తరువాత ఉపరితల తరంగాలు, లేక L (యల్) తరంగాలు ఏర్పడుతాయి. ఇవి భూమి ఉపరితలం మీదనే గుండ్రంగా తక్కువ వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి. ఈ L (యల్) తరంగాలు కూడా మహా నాశనకారులే. పెద్దపెద్ద భూకంపాలలో ఈ L (యల్) తరంగాలు భూమిని వేగంగా కదిలిపోయే తరంగాకారంగా వంచి, కట్టడాలను చెట్లనూ గుంజేస్తాయి.

భూమిమీద దూరస్థ బిందువులవద్ద వేరు వేరు భూకంప తరంగాలను "సీస్మో గ్రాఫు" అనే సున్నితమైన పనిముట్టు సహాయంతో వేరువేరుగా నమోదు చేయ వచ్చు.

ద్వితీయక అనుప్రస్థతరంగాలు భూమిలోనికి 2900 కి.మీ. కన్న ఎక్కువ లోతుగా ప్రసరించవు. దీనిని బట్టి భూమి పైపొరలకన్న లోపలిభాగం నైసర్గి కంగా విభిన్నమైనది అని స్పష్టంగా తెలుస్తోంది. అనుప్రస్థతరంగాలు ఘనపదా ర్థంలో మాత్రమే ప్రసరించగలవు కనుక భూమియొక్క అంతర్క్రోడము ద్రవ లక్షణాలు కలిగి ఉన్నదని ఊహించవచ్చు.

స్థలాకృతిమీద భూకంపములప్రభావం సాపేక్షంగా స్వల్పమే. ప్రకంపనాలవల్ల ముఖ్యంగా పర్వతప్రాంతాలలో భూస్ఖలనాలు కలుగుతాయి; అదృఢమైన మెంటిల్



చిత్రపటము 3—బొంబాయిదగ్గర దక్కన్ ట్రాపులలోని స్తంభాకార సంరచన (45-వ పేజీ చూడు)



చిత్రపటము 5—రాజస్థాన్‌లోని విట్రపునతిగల క్వారెట్‌జైట్ శిలాస్తరములు (67-వ పేజీ చూడు)

శిల పగిలి విచ్చుకోవడంగానీ, దిగబడడంగానీ జరుగుతుంది; సూక్ష్మమైన అగ్ని పర్వతబిలములవంటి గుండ్రని చిన్నచిన్నరంధ్రాలు మట్టిలోనూ, ఘనీభవించని శిలలలోనూ ఏర్పడుతాయి; భూకంపాలకు కారణమైన భ్రంశములకు సమాంతరంగా గానీ, లంబంగా గానీ వంకరటింకరగా పగుళ్లు ఏర్పడుతాయి; భూపృష్ఠపు సంక్షోభాలవల్ల పూర్వపు స్రోతస్సులు (springs) మూసుకుపోవచ్చు; కొత్త స్రోతస్సులు ఏర్పడవచ్చు.

భూకంపాలు మహాసముద్రాంతర్భాగాలలో కూడా కలుగవచ్చు. అప్పుడు మహా వేగవంతమైన బ్రహ్మాండమైన సముద్రతరంగాలు ఉద్భవిస్తాయి. వీటిని "త్సునామీలు" (*Tsunami*) అంటారు. ఈ త్సునామీ తరంగాలలో శిఖరంనుంచి శిఖరానికి 80 నుంచి 300 కి.మీ. దూరం ఉండవచ్చు. ఉత్పత్తిస్థానంలో ఈ తరంగాలు 15 మీ. ఎత్తుదాకా ఉండవచ్చు. అవి గంటకు అనేకవందల కిలోమీటర్ల వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి. వీటివల్ల ఘాటులకు (wharf), ఓడలకు, ఇళ్లకు విపరీతమైన నష్టం కలుగుతుంది.

ఇండియాలో భూకంపాలు

ఇండియాలోని ద్వీపకల్పభాగం ఇంచుమించు భూకంపరహితంగా ఉన్నప్పటికీ, ద్వీపకల్పానికి బయటమాత్రం తరుచుగా భారీభూకంపాలు కలుగుతూ ఉంటాయి. దీనికి కారణం ద్వీపకల్పబహిఃప్రాంతం హిమాలయమండలంలో ఉండడమే. ఈ ప్రాంతం ఇప్పటికీ ఇంకా సుస్థిరత్వం పొందలేదు. చిన్నచిన్న చలనములు ఇప్పటికీ సంభవిస్తూ ఉంటాయి. హిమాలయపు తెల్లలలోగల భ్రంశములలోనూ, ఉత్క్రమితములలోనూ (Thrusts) సంభవించే విస్థాపనముల (displacements) వల్ల నేకాకుండా గంగాసింధుజలోఢప్రాంతంకింద నలిగిపోయిన విభంగ శిలా వికృతమండలం (strained zone) ఉండడంవల్ల కూడా భూకంపాలు కలుగుతూ ఉంటాయి. భూగోళంమీద తూర్పుపడమరలకు వ్యాపించిఉన్న మహాభూకంప మండలంలో మనదేశపు భూకంపమండలం ఉన్నది.

1897 లో అస్సాములో వచ్చింది భూకంపం. మనదేశంలో సంభవించిన మహా భయంకరమైన భూకంపాలలో ఒకటి. ఒక్కనిమిషం వ్యవధిలో షిల్లాంగు,

తత్పరిసర ప్రాంతాలూ (సుమారు 3·9 లక్షల చ. కి. మీ. ప్రదేశం) మరుభూమిగా మారిపోయాయి. వార్తాప్రసారసాధనాలు ధ్వంసమయ్యాయి. మైదానాలు పగుళ్లు విచ్చి, అందులోనుంచి నీళ్లు ఫౌంటెన్‌లాగ ఎగజిమ్మాయి. బ్రహ్మాండమైన భూస్థలనాలతో కొండప్రాంతాలు నామరూపాలు లేకుండా పోయాయి.

1905 లో సంభవించిన కాంగ్రా భూకంపం ఇంకా తీవ్రమైనది. 20,000 మంది చనిపోయారు. తపతి లోయకు ఉత్తరంగాఉన్న భూభాగం అంతా కంపించింది. ముఖ్యమైన కంపం హఠాత్తుగా సంభవించినప్పటికీ, ఆ తరువాత ఒకమాదిరి కంపాలు కొన్నినెలలవరకూ కలుగుతూనే ఉన్నాయి. కొన్ని భూభాగాలఎత్తులలో స్వల్పంగా మార్పులు వచ్చాయి. ఉదాహరణకి, డెహ్రాడూన్, సివాలిక్‌పర్వతాలు ముస్సోరీతో పోల్చిచూస్తే 35 సెం. మీ. పైకి లేచాయి.

1934 లో వచ్చిన బీహారుభూకంపం చాలా తీవ్రమైన వాటిలో ఒకటి. కొద్ది నిమిషాలలో మోన్‌గిర్, భట్‌గాం (నేపాలు) పట్టణాలు నాశనమైపోయాయి. ఖాట్మండు, పాట్నా, డార్జిలింగులలోని కట్టడాలకు విపరీతమైన నష్టం సంభవించింది. గంగానదికి రెండువైపులా అనేకమైన నెరియలుపడి, నీరు, ఇసుక బయటికి పొంగివచ్చాయి. దాదాపు 12,000 మంది చనిపోయారు.

ఏడవ ప్రకరణము

పర్వతములు - వాటి పుట్టుక

భూపృష్ఠాన్ని వికృతం కావించే శక్తుల ఫలితంగానే పర్వతా లేర్పడుతాయి. వాటిశిఖరాలు చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలకన్న కొన్నివందల, లేదా కొన్నివేల మీటర్ల ఎత్తున ఉండడంచేత వాటిని ఇంగ్లీషులో "మౌంటెన్స్" అన్నారు. ఎత్తుగా లేచి శిఖరాగ్రాన స్వల్పమైన తలం ఉన్నదాన్ని పర్వతం అని నిర్వచించవచ్చు. చిన్న పర్వతాలను *కొండలు* (*hills*) అనవచ్చు. కాని, ఈ పదాలు కేవలం సాపేక్ష్యములు. సుమారుగా శంఖు ఆకారంలో ఉన్న పర్వత అగ్రభాగాన్ని *శిఖరం* (*peak*) అంటారు. ఉదాహరణకి ఎవరెస్టు శిఖరం *4* వ ప్లేటులో చూపబడింది. సన్నగా పొడుగ్గా ఇంటికప్పులా శిఖరం ఉంటే దానిని "*రిడ్జి*" (*ridge*) అంటారు. అనేక శిఖరాలూ, రిడ్జిలూ ఇంచుమించు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉండి, వయస్సులోనూ, ఉత్పత్తిలోనూ దగ్గరసంబంధం కలిగిఉన్న పర్వతమాలికను "*రేంజి*" (*range*) అంటారు. హిమాలయాలు ఈ తెగకు చెందుతాయి. ఒకే ఉత్థాపిత ప్రదేశానికి చెందిన, ఒకదానికొకటి సమాంతరంగాగానీ, రేఖీయంగాగానీ ఉన్న పర్వతాలరేంజిలు అనేకంకలిసి పర్వత *వ్యవస్థ* (Mountain *system*) అవుతుంది. రెండుగాని, అంతకన్న ఎక్కువగాని వయస్సులోనూ, ఉత్పత్తిలోనూ సంబంధంలేని వ్యవస్థలుగాని, రేంజిలుగాని సన్నగా పొడుగ్గా పట్టీలుగా ఏర్పడితే దానిని పర్వత *మాల* (Mountain *chain*) అంటారు.

పర్వతముల పుట్టుక

మహాపర్వతాలరేంజిలు, వ్యవస్థలు చాలాభాగం పటలవిరూపితమైన ఉత్పత్తికలవి. ఈ రకమైన పుట్టుకకు హిమాలయ రేంజి చక్కని ఉదాహరణ. అటువంటి రేంజియొక్క సంరచనను పరిశీలిస్తే వాటికి కారణభూతమైన బ్రహ్మాండమైన భూచలనములు, భ్రంశములు, విశాలమైన ఉత్సమావలనములు (upwarps), ముడుతలు మొదలైనవి తెలుస్తాయి.

పెద్ద పెద్ద ముడతల రేంజిలు అన్నీకూడా *విస్తీర్ణాభినతి* అనబడే నిమ్నసమా వలనములు కలిగిన ప్రదేశములమీదనే ఉన్నాయి. భూమిచరిత్రలో అనేక యుగములలో అనేక ప్రదేశాలలో అనేకవేల మీటర్ల మందాన స్తరములు సంచితమైన ప్రదేశాలు ఈ విస్తీర్ణాభినతులు. ఈ విధమైన అవసాదములతో నిండిన విస్తీర్ణాభినతీద్రోణులు సామాన్యంగా అపారమైన పార్శ్వకపీడనములకు (lateral pressures) గురిఅయి, విపరీతంగా ముడతలుపడి, పర్వతపంక్తులు ఉద్భవిస్తాయి. దరిమిలాని అపరదనంవల్ల పైనున్న ద్రవ్యం తొలగిపోయి ప్రస్తుతపు ముడతలు బయటపడ్డాయి. ఈ ముడతల ప్రధాన అక్షములు సామాన్యంగా ముడతల రేంజి యొక్క ఉపనతి (trend) కి సమాంతరంగా ఉంటాయి. రేంజియొక్క ఉపనతికి లంబంగా సంపీడనశక్తి ప్రవర్తించడమే దీనికి కారణం. విస్తీర్ణఅభినతిగా మొదలైన దీర్ఘకృత భూపృష్ఠమండలాన్ని *పర్వతజనకక్షేత్రం* అంటారు. ముఖ్యంగా *భ్రంశముల* వల్ల ఏర్పడిన పర్వతాలు భూమిమీద చాలాచోట్ల కనిపిస్తాయి. ఇంచుమించు సమాంతరంగా ఉన్న రెండు భ్రంశతలములగుండా నేల పైకి లేవనెత్తబడి *హోర్స్ట్* (*horst*) ఏర్పడుతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు ఉత్ప్రఘాతము (upward thrust) ఒక్కపార్శ్వంలోనే ఉంటే, ఒకవైపున ఎత్తు, ఒకవైపున వాలు ఏర్పడుతాయి. ఈ చలనములన్నీ ఇంచుమించు ఊర్ధ్వధరం (vertical) గా ఉంటాయి.

చాలాభాగం పర్వతాలలో *ముడతలు* పడడం ప్రధాన సంరచనగా ఉంటుంది. అత్యధికంగా ముడతలుపడ్డ రేంజిలో భ్రంశములు తప్పకుండా ఏర్పడుతాయి. పర్వతములు పైకి లేవనెత్తబడినప్పుడు ఆగ్నేయ అంతస్స్రావములు, బహిస్స్రావములు ఏర్పడుతాయి. వలనము (ముడుతలుపడడం) వల్ల సామాన్యమైన దీర్ఘకృత ఉభారములు (domes) ఏర్పడవచ్చు. లేక అభినతి, అపనతిశ్రేణులుగానీ లేదా *శావికాసంరచన* (*nappe structures*) కు దారితీసే క్లిష్టమైన ముడతలుగానీ ఏర్పడవచ్చు.

బిలములనుంచి వెలువడే ద్రవ్యంతో *జ్వాలాముఖి* పర్వతాలు ఏర్పడుతాయి. అటువంటి శంఖులు, ఉభారములు స్వతంత్రమాలికలుగానూ, గ్రూపులుగానూ వివిధ ఔన్నత్యములతో ఏర్పడుతాయి.

పీఠభూములు, ఎత్తైన మైదానములు విశేష అపరదనంవల్ల అవశేషిత పర్వతములుగా మారవచ్చు. ముందు "కేన్యానులు" (canyons) ఏర్పడి, అపరదనం జరిగినకొద్దీ సెలయేళ్ళమధ్య మిగిలిపోయిన అవశేషాలు పర్వతాలు అవుతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు పర్వతములు ఏర్పడడానికి మూలభూతమైన పీఠభూమి పూర్తిగా అరిగిపోయి కనబడకుండా ఉంటుంది. కాని, ప్రస్తుతపు పర్వతశిఖరములనుబట్టి పూర్వపు పీఠభూమిని ఊహించవచ్చు.

భారతదేశపు పర్వతములు

భారతదేశంలో పర్వతశ్రేణులు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో ముఖ్యమైనవి హిమాలయములు, వింధ్య, ఆరావళి, సాత్పురా, తూర్పుకనుమలూ, పడమటి కనుమలూ. హిమాలయములు (హిమము=మంచు; ఆలయము=స్థానము) ప్రపంచంలోకెల్లా ఉన్నతమైన పర్వతవ్యవస్థ. అవి 2500 కి. మీ. పొడవున, 150 నుంచి 400 కి. మీ. వెడల్పున వ్యాపించి, సుమారు 5 లక్షల చ. కి. మీ. ప్రదేశంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. అవి తృతీయ మహాయుగంలో మధ్యధరాసముద్రంలో నుంచి పైకి లేవనెత్తబడ్డాయి. వివర్తనిక (tectonic) ఉత్పత్తిగల పర్వతాలకు ఇవి చక్కని ఉదాహరణ. బహుశా అనేకకోట్ల సంవత్సరాల వ్యవధిలో హిమాలయములు ప్రస్తుతపుటౌన్నత్యానికి వచ్చిఉంటాయి. పైకి లేవనెత్తే ఈ చలనములు ఇంకా ఆగిపోలేదు, కనుకనే ఈ ప్రదేశం అస్థిరంగాఉండి భూకంపాలు వస్తూఉంటాయి. శిలా స్తరములు ముడతలుపడడం, పైకిలేవడంవల్ల పర్వతములు అతిమందగతిలో రూపుదాలుస్తాయి. ఈ వ్యవధిలో పాతనదులు తమ పాతశయ్యలను మార్చకుండా ప్రవహిస్తూ ఉండడంచేత మహాపర్వతశ్రేణులను నదులు కోస్తున్నట్లు కానవస్తాయి. ఉదాహరణకి పశ్చిమవాహిని అయిన సట్లెజ్ (శతద్రు) 6000 మీ. ఎత్తున్న రేంజివికోసి, నిట్రమైన పర్వతసానువులమధ్య ప్రవహిస్తోంది.

హిమాలయశ్రేణి వంపుతిరిగి ఉత్తరపార్శ్వము (convex side) గంగా సింధు మైదానంవైపు తిరిగిఉంది. వాటి దక్షిణ సరిహద్దు 300 మీటర్ల పశ్చిమ సమోచ్ఛ రేఖ (contour line) చేతనూ, 150 మీటర్ల ప్రాక్ సమోచ్ఛరేఖచేతనూ

చక్కగా నిర్దిష్టమై ఉంది. గిరిపీఠం (foot hills) నుంచి ఉత్తరంగా హిమాలయాలు అతిత్వరితంగా 8000 మీ. ఎత్తుకు స్వల్పదూరంలో పైకిలేస్తాయి. వీటి శిఖరాలు నిరంతరమూ మంచుచే కప్పబడి ఉంటాయి. లోయలలోని హిమనదులకు మూలం అక్కడి హిమమే. హిమాలయాలలో చాలాభాగం హిమరేఖ (snow line) కు దిగువనేవుంది నదీప్రవాహాలచేత కోయబడివుంది.

హిమాలయాలను మూడు సమాంతర (లేదా రేఖాంశ) మండలాలుగా విభజించవచ్చు. ఉత్తరాన మహాహిమాలయం (హిమాద్రి); మధ్యలో చిన్నహిమాలయం (హిమాచలం); దక్షిణాన బయటిహిమాలయం (సివాలిక్). వీటిలో పార్వతిక రూపురేఖలు విభిన్నంగా ఉంటాయి. *హిమాద్రి అనబడే మహాహిమాలయం* మహోన్నతమై నిరంతరమూ హిమరేఖకన్న ఎత్తుగా ఉంటుంది. సరాసరిఎత్తు 6000 మీ. ఎవరెస్టు శిఖరం (8848 మీ.) (*4 వ చిత్రపటం*); K^2 (8611 మీ.) కాంచనగంగ (8598 మీ.); ధవళగిరి (8172 మీ.); వంగపర్వతం (8126 మీ.); గేశర్బ్రిమ్ (8035 మీ.); గోసైన్‌థన్ (8013 మీ.); నందదేవి (7817 మీ.) వంటి అత్యున్నతశిఖరాలు ఈ రేంజిలోనే ఉన్నాయి. ఈ మహాపర్వతచాపం తూర్పు పడమరలలో చటుక్కున వంపుతిరిగి అంతమైంది. మహాహిమాలయాల ఉత్తర సానువులు క్రమంగా కిందికి దిగివచ్చి, సమాంతరంగా చాలాదూరం వ్యాపించిన ప్రముఖ నదీలోయలలో ఆఖరు అవుతున్నాయి.

హిమాచలం అనబడే చిన్న హిమాలయం 75 కి. మీ. వెడల్పుగల పర్వతపథం. పర్వతములు, లోయలు అన్నివైపులకూ వ్యాపించిఉన్నాయి. పర్వతాలు 5000 మీ. ఎత్తువరకునూ, లోయలు 1000 మీ. లెవెల్‌ని చుంబిస్తూనూ ఉన్నాయి. శిఖరాలు అన్నీ ఇంచుమించు ఒకేఎత్తులో ఉన్నాయి. దీనినిబట్టి ఈ పర్వతశ్రేణి కోసివేయబడ్డ పీఠభూమి అని తెలుస్తోంది.

సివాలిక్ అనబడే బయటి హిమాలయాలు గిరిపీఠములుగా ఏర్పడి, చిన్న హిమాలయాలకూ, మైదానాలకూ మధ్యగా ఉన్నాయి. వాటి వెడల్పు 10 నుండి 50 కి.మీ. వరకూ, సరాసరి ఎత్తు 600 మీ. వరకూ ఉన్నది. ఉపరితృతీయ (Upper Tertiary) అవసాదీయ నదీనిక్షేపములవల్ల ఇవి ముఖ్యంగా ఏర్పడ్డాయి. భూచలనములవల్ల ఇవి ముడతలుపడి, భ్రంశములు చెందిఉన్నాయి. ఉత్తరదిశలో

డూన్‌లు *(duns)* అనబడే సమతల లోయలలోకి దిగిఉన్నాయి. ఈ లోయలలో జనసమ్మర్దమూ, వ్యవసాయమూ అధికము.

ఆరావళీ పర్వతాలు నైఋతినుంచి ఈశాన్యంగా రాజస్థాన్‌గుండా విస్తరించి ఉన్నాయి. ఇంచుమించు ఎడారివంటి బికనీరు, జోధ్‌పూరు, జైసల్మీరులు ఈ పర్వతాలకు పశ్చిమముననూ, సారవంతమైన ఉదయపూరు, జయపూరులు తూర్పుననూ ఉన్నాయి. వివర్తనిక ఉత్పత్తికల పర్వతశ్రేణుల అవశేషములు ఇవి. ఆబూ కొండలమీద ఉన్న గురుశిఖర్ (1722 మీ.) ఆరావళీ పర్వతాలలో అన్నింటికన్న ఎత్తైనది.

వింధ్యా పర్వతశ్రేణి హిందూదేశ ద్వీపకల్పంలో ఇంచుమించు ఈ మూల నుంచి ఆ మూలకి, సుమారు 1050 కి.మీ. దూరం విస్తరించి ఉంది. వీటి సరాసరి ఎత్తు 300 మీ. ఈ శ్రేణి ఒక ముఖ్యమైన జలవిభాజకం (water shed). సాత్పురాశ్రేణిలో కలసి ఇది దక్కన్‌కి ఉత్తరసరిహద్దుగా ఏర్పడింది.

సాత్పురాశ్రేణి వింధ్యకు దక్షిణంగా దానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా విస్తరించి ఉంది. ఇందులోని శిఖరాలు చాలాభాగం 1000 మీ. పైబడి ఉన్నాయి. వాటిలో అన్నింటికన్న ఎత్తయినది ధూప్‌ఘర్ (1350 మీ.) ఇది పచమార్హి అనే గిరిపురం (hill station) దగ్గర ఉంది. సాత్పూరాపర్వతాలు అనేక సమాంతర శ్రేణులుగా ఏర్పడి మధ్యలో సమతల విశాల లావా పీఠభూములను కలిగిఉన్నాయి. సాత్పురాపర్వతశ్రేణులు మధ్యలో పెడల్పు అధికమై, రేడియల్ డ్రెయినేజి (radial drainage) కలిగిఉన్నాయి. ఈ భాగంలో ఉత్తరాన మహాదేవపర్వతాలూ, దక్షిణాన గావిల్‌ఘర్‌పర్వతాలూ ఉన్నాయి.

పడమటి కనుమలు (సహ్యాద్రి) సముద్రతీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా తపతీనదీముఖంనుంచి కన్యాకుమారివరకూ దక్కన్ పీఠభూమికి పడమటి సరిహద్దును అనుకుని విస్తరించి ఉన్నాయి. వీటి సరాసరి ఎత్తు 1200 మీ. తపతినుంచి 16° ఉత్తర అక్షాంశందాకా ఈ పర్వతాలు క్షితిజసమాంతరంగా బసాల్టు లావాపలకలతో నిండిఉన్నాయి. వీటిలో ట్రాపులు అధికం. ఈ కనుమలు కొన్నిచోట్ల తీరమైదానంనుంచి ఇంచుమించు నిట్టంగా 1000 మీ. పైకిలేచి ఉన్నాయి. దాని నిట్రమైన పార్శ్వాన్ని చూస్తూఉంటే, ఏదో పాతకాలపు సముద్ర

తీరస్థమైన విచ్ఛిన్నపుకొండ అనిపిస్తుంది. కానీ అది బహుశా పశ్చిమభాగం ఇంకా పశ్చిమంగా దూరానికి జరిగిపోయిన భ్రంశం అయి ఉండవచ్చు. భారతద్వీపకల్పంలో ఉన్న నదులన్నీ - ఒక్క తపతీ, నర్మదలుతప్ప పడమటినుంచి తూర్పుకి ప్రవహించి (వాటి మాతృస్థానమైన పడమటికనుమల శిఖరాలు అరేబియాసముద్రానికి 50—80 కి. మీ. దూరంలో ఉన్నప్పటికీ) బంగాళాఖాతంలో పడడానికి ఈ ప్రత్యేకతే కారణం. ఈ కనుమల శిఖరరేఖ త్ర్యంబకందగ్గర, తంహినిదగ్గరా రెండు పెద్ద పెద్ద వంపులు తిరిగింది. ఇవి గోదావరి, భీమనదీప్రవాహాలవల్ల కోయబడి ఏర్పడ్డవే. ఈ భాగపు పడమటికనుమలలో కల్సూబాయ్ (1646 మీ.); సాల్‌హర్ (1567 మీ.); మహాబలేశ్వర్ (1438 మీ.) చాలా ఎత్తైన శిఖరాలలో ముఖ్యమైనవి.

16° ఉత్తర అక్షాంశంనుంచి నీలగిరి పర్వతాలదాకా గ్రెనైట్, గ్నీస్‌లు దక్కన్‌ట్రాప్‌స్థానాన్ని ఆక్రమించాయి. ఈ ప్రాంతంలో కనుమలు తీరానికి చేరువగా విస్తరించి గూడలూరుదగ్గర నీలగిరి కొండలలో కలుస్తున్నాయి. కనుమలకు అడ్డంగా తూర్పు పడమరలకు వ్యాపించిన పాల్ఘాటు అంతరం (gap) ఉంది. ఈ అంతరం 144 మీ. ఎత్తున 24 కి. మీ. కనీసపు వెడల్పు కలిగిఉంది. ఈ అంతరానికి పక్కనున్న కొండలు 1500 మీ. నుంచి 2000 మీ. ఎత్తువరకూ వ్యాపించి ఉన్నాయి. రెండు సమాంతర భ్రంశముల మధ్యని ద్రవ్యం దిగబడిపోవడంవల్ల ఈ అంతరం ఏర్పడి ఉండవచ్చు.

పాల్ఘాటు అంతరానికి దక్షిణానకూడా పడమటి కనుమలు వ్యాపించి ఉన్నాయి. అనాయ్‌ముడి (2695 మీ.) అనే చోటినుంచి మూడుశ్రేణులు - ఉత్తరంగా అనామలై, ఈశాన్యంగా పలనికొండలు, దక్షిణంగా కార్డమన్‌కొండలు (ఏలమలై) విస్తరించాయి.

తూర్పుకనుమలు : తూర్పుకనుమల ఉత్తరపుకొస ఒరిస్సా, ఆంధ్రరాష్ట్రాలలో ఉంది. ఉత్తరాన వాటి సరాసరి వెడల్పు 200 కి. మీ., దక్షిణాన 100 కి. మీ. ఒరిస్సాలోని మహేంద్రగిరి (1501 మీ.) అనే శిఖరం చుట్టుపక్కల ఉన్న తీరమైదానంలో కొట్టవచ్చినట్లు కనిపిస్తుంది. ఈ కనుమలు ఈశాన్య నైఋతిదిశలుగా విస్తరించాయి. ఇందలి శిలలు ఖోండలైట్ జాతికి చెందినది.

ఆంధ్రలోని కడప, కర్నూలుజిల్లాలలోతప్ప మిగిలిన దక్కన్‌లో ఈ తూర్పు కనుమలు అవిచ్ఛిన్నశ్రేణులుగా ఉండవు. పెన్నార్, కృష్ణానదులమధ్య ఉత్తర దక్షిణ దిశలుగా విస్తరించిన తూర్పుకనుమలయొక్క సమాంతరములైన రేంజిలు, లోయలు ఉన్నాయి. వీటిలో అతిముఖ్యమైన రేంజి నల్లమల. ఇది కోరమాండల్ తీరానికి సమాంతరంగా విస్తరించి ఉంది. మైసూరురాష్ట్రంలోని శివసముద్రందగ్గర కావేరీనది ఈ కనుమలను అడ్డంగాకోపి, హోగెనకల్‌దగ్గర జలపాతంగా పడుతోంది. కనుమల దక్షిణపుకొనదగ్గర బిలిగిరిరంగన్ కొండలు (అన్నింటికన్న ఎత్తైన శిఖరం 1750 మీ.) ఒక ప్రత్యేకశ్రేణిగా ఏర్పడ్డాయి.

తూర్పుకనుమలకు తూర్పుగా మరి రెండు పర్వతసమూహాలు ఉన్నాయి. దక్షిణసమూహంలో షెవరాయ్‌కొండలు, ఉత్తరసమూహంలో జవాదీకొండలు ప్రసిద్ధమైనవి.

తూర్పు పడమటి కనుమలు *నీలగిరి* దగ్గర కలుసుకుంటాయి. మైదానంనుంచి బహునిట్రంగా నీలగిరికొండ పెరిగిఉంది. బహుశా ఇది ఒక భ్రంశపరిఖాలంబము (fault scarp) అయి ఉంటుంది. తూర్పుకనుమలలాగే నీలగిరికొండలు ముఖ్యంగా ఈశాన్య నైఋతిదిశలలో విస్తరించాయి. వీటిలో అత్యున్నతమైన శిఖరాలు దొడ్డబెట్ట (2637 మీ.), మాకుర్తి (2554 మీ.) అనబడే నీలగిరికొండల నైఋతి భాగాన్ని అడ్డంగా ఖండిస్తూ పర్వతశ్రేణులు, లోయలు ఉన్నాయి. మిగిలిన నీలగిరి ప్రదేశం ఎత్తుపల్లాలతో, గడ్డి మొలిచిన గుండ్రని కొండలతో, దట్టమైన అడవులతో నిండిన విశాలమైన లోయలతో నిండిఉంది.

ఎనిమిదవ ప్రకరణము

మైదానములు, పీఠభూములు

మైదానములు - వాటి పుట్టుక

మైదానాలు సాపేక్షంగా పల్లపుభూములు. ఇందు ఎత్తుపల్లాలు తక్కువగా ఉంటాయి. అవి బాగా చదునుగాగానీ, కొద్దిగా వాలుగాగానీ ఉంటాయి. అవి భూమిలోపలి శక్తులవల్లగానీ, లేదా ఎత్తుపల్లాలను సరిచేసే బాహిరశక్తులవల్లగానీ ఏర్పడి ఉండవచ్చు. వీటిలో కొన్ని చిన్నసైజువి, కొన్ని బాగా పెద్దవికూడా ఉన్నాయి.

మానవుని జీవనంలో మైదానాలకు చాలా ప్రముఖస్థానం ఉంది. ప్రపంచంలోని మహాపట్టణాలు చాలాభాగం మైదానాలలోనే నిర్మింపబడ్డాయి. ప్రజలలో చాలాభాగం మైదానాలలోనే నివసిస్తున్నారు. దీనికి కారణం ప్రపంచంలోని పెద్ద పెద్ద భాగ్యవంతమైన వ్యవసాయక్షేత్రాలన్నీ మైదానాలలోనే ఉన్నాయి. ఎత్తుపల్లాలు అధికంగాలేని మైదానాలమీద ప్రయాణసౌకర్యాలూ, వార్తాప్రసారసాధనాలూ పర్వతాలమీదకంటేనూ, పీఠభూములమీదకంటేనూ సులభం.

తీరప్రాంతాలసముద్రపునేల పైకి లేవనెత్తబడడంవల్లను గానీ, సముద్రం వెనుకకు తోపివెయ్యడంవల్లగానీ విస్తారమైన పెద్ద పెద్ద మైదానాలు ఏర్పడ్డాయి. అటువంటి మైదానాలు ఖండముల సరిహద్దుల దగ్గర సముద్రతలానికి కొద్దిగా పైన కనబడతాయి. వీటిని *తీరస్థ మైదానాలు* (*coastal plains*) అంటారు. ఖండములకు లోపలఉండే మైదానాలను *అంతరస్థ మైదానాలు* (*interior plains*) అంటారు. ఖండములలో కొంతభాగం పటలవిరూపణంవల్ల పైకి లేవనెత్తబడి, శిలలలో స్థలచలనం అంతగా కలుగక, స్థలఉపరితలంలో ఎత్తుపల్లాలు అధికంగా కలుగకపోతే వాటిని *ఉన్నత మైదానములు* (*high plains*) అంటారు.

గాలివల్ల, నీటివల్ల ఇంచుమించు ఆధారతలందాకా హెచ్చుతగ్గులు అధికంగా లేకుండా చదునుచేయబడ్డ ప్రదేశాలను *ప్రాయ మైదానాలు* (*pene plains*) అంటారు. ప్రాయమైదానాల ఉపరితలం చదునుగా ఉండదు. కొద్దిగా వాలుకలిగి, అక్క

దక్కడ దీవులలాగ చిన్నచిన్న కొండలు అపరదనావశేషాలుగా మిగిలిపోయి ఉంటాయి. ప్రస్తుతం ఆధారతలందగ్గరనున్న ప్రాయమైదానాలు బహుతక్కువ. కాని ఉత్థాపిత ప్రాయమైదానాలు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో కొన్ని నిజమైన మైదానాలు.

వరదమైదానాలకూ, డెల్టామైదానాలకూ ఉత్పత్తిరీత్యానూ, భౌగోళికస్థితిరీత్యానూ దగ్గరసంబంధం ఉంది. శాఖోపశాఖలైన ప్రవాహాలు, చిత్తడినేలలు, ఆక్స్ బౌ సరస్సులు (ox-bow lakes), ముక్తశయ్యలు (abandoned channels) అటువంటి మైదానాలలో బహుసామాన్యం. మట్టి చాలా సారవంతమైనదే కాని, వరదల ప్రమాదం అధికం.

తీరస్థమైదానాలు తాత్కాలికమైనవి. అవి స్థానీయపటలనిరూపణమువల్ల మునిగి పోనూవచ్చు, పైకిలేవనూవచ్చు. కాని, అంతరస్థములైన మహామైదానాలు స్వల్ప భేదాలతో బహుకాలం నిలిచిఉంటాయి. ప్రస్తుతం ఆధారతలందగ్గరఉన్న మైదానాలు ప్రవాహాపరదనానికి గురికావు. వాలు ఎక్కువగాఉన్న మైదానాలు అపరదనం వల్ల బాగా మారిపోయి, క్రమాంతరాలమీద పర్వతములుగానూ, పీఠభూములు గానూ మెరకపల్లములతో గట్టిపడతాయి.

భారతదేశపు మైదానాలు

భారతదేశపు మైదానాలు పురాతన నాగరికతాపీఠాలు కావడంవల్ల మానవ సమాజందృష్ట్యా అవి చాలా ప్రముఖమైనవి. భారతదేశంలో ఇంచుమించు అన్నిరకాల మైదానాలూ ఉన్నాయి.

జలోఢ మైదానములు : వీటికి గంగా సింధు మైదానం చక్కని ఉదాహరణ. ఇది హిమాలయాలకు దక్షిణాన ఉంది. పడమట రాజస్థాన్ అల్పజలక (semi-arid) మైదానాలనుంచి తూర్పున గంగా డెల్టావరకూ వ్యాపించిఉంది. దీని ఉత్తరసరిహద్దు సునిర్దిష్టమై ఉంది కానీ, దక్షిణపుసరిహద్దుమాత్రం వంకర టింకరగా భారతీయ ద్వీపకల్పాన్ని ఆనుకుని ఉంది. నిమ్నసమావలనమువల్లనో లేక విభ్రంశపు లోయ (rift valley) వల్లనో ఈ గంగాసింధుమైదానం ఏర్పడింది. ప్రస్తుతం ఇది జలోఢమైన ద్రోణి. దీని మొత్తం వైశాల్యం 6,52,000

చ. కి. మీ. ఇందులో మూడవవంతు పడమటి రాజస్థాన్‌లోని అల్పజలకప్రదేశంలో ఉంది. ఈ జలోధపు మందం గంగామైదానంలో అత్యధికంగానూ, పడమటిమైదానాలలో స్వల్పంగానూ ఉంది. ఈ మైదానతలం గంగాముఖద్వారం దగ్గర జ్వారీయతలం (tide level) తో సమంగానూ, పంజాబులో సముద్రతలానికి 200 మీ. పైనా ఉంది. గంగా సింధు నదులకు చాలాదూరం సమాంతరంగా ప్రవహించే ఉపనదులు చాలా ఉన్నాయి.

పంజాబులోని ఈ మైదానపు అల్పజలకభాగాలు దక్షిణానికి విస్తరించి క్రమంగా రాజస్థాన్‌లోని థార్ ఎడారి అనబడే నిర్జలమైదానంలో విలీనం అవుతాయి. ఈ భాగం గంగా సింధుమైదానంలోని ఒకభాగమే అయినప్పటికీ దీనికీ మిగిలిన మైదానానికీ భేదం ఉంది. ఇక్కడ ప్రవాహోదకసక్రియతకన్న పవనసక్రియత అధికం. ఈ నిర్జలమైదానంలో చాలాభాగం పెర్మో - కార్బానిఫెరస్ యుగంలో సముద్రనిమజ్జితమై ఉండేది. అభినూత (Pleistocene) యుగంలో ఈ భాగం పైకి లేవనెత్తబడింది. ఎండిపోయిన అనేక నదీశయ్యలు ఆ ప్రాంతంలో ఉండడం గమనిస్తే అది ఒకప్పుడు చాలా సారవంతమైనది అని తెలుస్తుంది. ప్రస్తుతం ప్రవహిస్తున్న నది ఒక లూనీ (సాల్ట్ రివర్) మాత్రమే. ఈ నది బయలుదేరినచోట నీరు తియ్యగానే ఉంటుంది. మధ్యలో కొంచెం ఉప్పగా ఉంటుంది. సముద్రంలో కలిసేముందు బాగా ఉప్పగా ఉంటుంది. అల్పజలకప్రాంతంలో ఉప్పునీటిసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో సంభార్ సరస్సు చాలాపెద్దది. జైసల్మీరుకు ఉత్తరంగా "రాన్"లు అనబడే ప్లాయాసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. ఇవి ద్రోణులలాగ ఉంటాయి. వీటిలోకి నీరు అన్నివైపులనుంచీ రావడానికి అవకాశం ఉంది కానీ, ఇవి సాధారణంగా ఎండిపోయి ఉంటాయి. బార్మర్ ప్రాంతంలో ఇసుకదిబ్బలు 50 నుంచి 100 మీ. ఎత్తువరకూ ఉంటాయి.

గంగామైదానం 3,57,000 చ. కి. మీ. విస్తీర్ణం కలది. ఇది ఉత్తర్‌ప్రదేశ్, బీహారు, పశ్చిమబెంగాలులలోకి వ్యాపించింది. ఈ మైదానపు పడమటిసరిహద్దు పక్కగా యమునానది 800 కి. మీ. దూరం ప్రవహించి, అలహాబాదుదగ్గర గంగానదితో కలుస్తోంది. ఇంకా కొంచెం తూర్పుగా బీహారు మైదానం ఉంది. ఇది నదులమయం. దీని దక్షిణసరిహద్దును అనుకుని గంగ ప్రవహిస్తోంది. ఇక్కడ

గాగరా, గండక్, కోసీ అనే మూడు పెద్ద ఉపనదులు గంగలో కలుస్తున్నాయి. నేపాల్‌లోని హిమాలయపాదపీఠందగ్గర 2000 మీ. లోతువరకూ జలోఢ ప్రాంతంగా చేస్తున్నవి ఈ నదులే.

ఉత్తరబెంగాలు మైదానం తూర్పుహిమాలయపాదపీఠంనుంచి బెంగాలు ద్రోణియొక్క ఉత్తరసరిహద్దువాకా వ్యాపించిఉంది. బ్రహ్మపుత్రలో కలిసే నదులు దీని తూర్పుభాగాన్నీ, గంగ ఉపనదులు దీని పడమటిభాగాన్నీ తడుపుతున్నాయి. ఇంకా దక్షిణాన బరింద్ మైదానంఉంది. ఇది అభినూతనయుగంలో ఏర్పడిన పాత గంగా డెల్టా. అదే దరిమిలాని పైకిలేచి, కోసివేయబడి, వేదికలుగా ఏర్పడింది. బెంగాలు ద్రోణిలో ముఖ్యమైనది గంగా డెల్టా. ఇది పల్లంగాఉన్న సమతలదేశం. సముద్రపు నీటిమట్టం మకో 6 మీ. ఎత్తు కనుక పైకిలేస్తే ఇది పూర్తిగా మునిగిపోతుంది. సుందర్‌వనములలో జలోఢమైదానం సుమారుగా అపరదన ఆధారతలమునకు దగ్గరగా ఉంది. దీనిలో ఎన్నెన్నో కాలువలు, నీటి కయ్యలు ఉన్నాయి.

హిందూదేశపు ప్రాక్పశ్చిమతీరాలను వర్ణించేటప్పుడు భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని జలోఢమైదానాలను గురించి తెలుసుకుందాం.

వేదికాయుక్త మైదానాలు : హిమాలయప్రాంతంలో చాలానదులు చాలా ఎత్తున మైదానాలను తయారుచేసి, తరువాత వాటిని వేదికలుగా కోశాయి. *(4 వ చిత్రపటము)* కాశ్మీరులో సింధునది, పంజాబు హిమాలయంలో సట్లెజ్‌నది, కుమావ్ హిమాలయంలో గంగానది ఈ విధమైన వేదికాయుక్త మైదానాలను అనేక ప్రదేశాలలో ఏర్పరచాయి.

సరోవరీయ మైదానాలు (Lacustrine plains) హిమాలయములమీద, తదితర పర్వతాలమీద సామాన్యంగా ఉంటాయి. వేల్ ఆఫ్ కాశ్మీర్, ఇంఫాల్‌ద్రోణి అనేవి అట్టి బహుపురాతన సరస్సులకు చక్కని ఉదాహరణలు. ముందర అవి జలభరితములై తరువాత పైకి ప్రస్తుతస్థితికి లేవనెత్తబడ్డాయి.

భారతదేశంలోని బహుసుందరమైన ప్రదేశాలలో ఒకటి అయిన కాశ్మీరులోయ వాయవ్యంనుంచి ఆగ్నేయంగా 150 కి. మీ. పొడవున, 80 కి. మీ. వెడల్పున ఉంది. దీని సరాసరి యెత్తు 1700 మీ. ఈ లోయచుట్టూ పర్వతవలయం ఉంది.

దక్షిణాన పీర్ పంజాల్ పర్వతాలు, ఉత్తరాన మహాహిమాలయాల ఉత్తరపుకొన ఉన్నాయి. జీలమ్‌నది ఈ లోయకు అడ్డంగా దక్షిణంనుంచి ఉత్తరానికి ప్రవహిస్తోంది.

మణిపూర్‌కొండల మధ్యభాగంలో పెద్ద ఇంఫాల్‌ద్రోణి ఉంది. అది 50 కి. మీ. పొడవున, 30 కి. మీ. వెడల్పున ఉన్నతపర్వతపరివృతమై ఉంది. పురాతన సరస్సుయొక్క శయ్య అయిన ఈ మైదానం అభికేంద్రకమైన డ్రెయినేజి (centripetal drainage) కలిగి ఉంది.

హిమానీ మైదానములు (*Glacial plains*) : కాశ్మీరహిమాలయానికి ఈశాన్యంగా లడక్‌మైదానం ఉంది. ఇది షియోక్‌నదికి తూర్పుగానూ, చాంగ్ చెన్‌మో నదికి ఉత్తరంగానూ ఉంది. ఈ సమతల లోయలో పూర్వం హిమనదులు ప్రవహించిన గుర్తులు చాలా కనిపిస్తాయి.

గిరిపద మైదానాలకు (*Piedmont plains*) చక్కని ఉదాహరణలు హిమాలయ పర్వతపాదందగ్గర కనిపిస్తాయి. పంజాబులోని గిరిపద మైదానాలు వాగులవల్ల వేదికలుగా కోయబడ్డాయి. ఈ వాగులు ఏడాదిలో చాలాభాగం ఎండిపోయి ఉంటాయి.

సాధారణంగా పర్వతమయంగా ఉండే *నిర్జల మైదానాలు* ఆరావళీ పర్వతాలకు పడమరగా, ముఖ్యంగా జైసల్మీరు పట్టణ సమీపంలో కనిపిస్తాయి. *లావా మైదానాలు* పశ్చిమభారతంలో కొంకణ్‌తీరంలో ఉన్నాయి. పర్వతముల ప్రతిసరణము (recession) వల్ల ఏర్పడే *పెడీ మైదానాలు* (*Pediplains*) దక్షిణ భారతదేశంలో ఎక్కువ. నిర్గతజాతి (emergent type)కి చెందిన *తీరస్థమైదానాలు* ద్వీపకల్పంలో హెచ్చు. ఇందులో లాగూనులు (lagoons), పశ్చజలములు (backwaters) అధికం. పూర్వయుగములలో ఏర్పడి, తరువాత పైకి ఎత్తబడిన ప్రాయమైదానాలు (peneplains) నీలగిరి, షిల్లాంగ్ కొండలలో కొండశిఖరాలమీద కనిపిస్తాయి.

పీఠభూములు, వాటి పుట్టుక

సువిశాలంగా, చదునుగా ఉన్న ఉన్నతప్రదేశాలను పీఠభూములు అంటారు. సాధారణంగా ప్రక్కలనున్న నేలకి పీఠభూమి అంచులు పైకిలేచుటగాని, లేదా

కిందికి హఠాత్తుగా దిగజారిపోవుటగాని జరుగుతుంది. *ఉన్నతస్థలం* అన్న మాట కేవలం సాపేక్షం. ఏమంటే కొన్ని పీఠభూములు కొన్ని పర్వతాలకన్న ఎత్తుగా ఉండవచ్చు. కొన్ని మైదానాలు పీఠభూములకన్న ఎత్తుగా ఉండవచ్చు. పీఠభూముల ఉపరితలములు మైదానాలలాగే సమతలంగాగానీ, కొద్దిగా వాలుగాగానీ, కొండలతో నిండిగానీ ఉండవచ్చు. ఒక్కొక్కప్పుడు నదులు వాటిని అనేకవిధాలుగా కోసి వేయడంచేత అసలు వాటి పీఠభూమి లక్షణాలు కోల్పోయి అవి పీఠభూములుగా గుర్తించుట కవకాశం లేకుండా పూర్తిగా మారిపోతాయి.

పటలవిరూపక పీఠభూములు (*Diastrophic plateaus*). భూమిమీది బాగా ఎత్తైన పీఠభూములన్నీ పటలవిరూపణంవల్ల ఏర్పడినవే. పైకి లేవనెత్తబడిన తరువాత అపరదనకములచేత కొన్నిసందర్భాలలో అగ్నిపర్వతసక్రియతచేత, సూక్ష్మ భూచలనములచేత వాటి రూపురేఖలలో మార్పులు వచ్చాయి. (1) *అంతరపర్వతీయ పీఠభూములు* (*intermontane plateaus*) అనీ, (2) *పర్వతపరివేష్టిత పీఠభూములు* (*mountain border plateaus*) అనీ, (3) *ఉభారయుక్త పీఠభూములు* (*domed plateaus*) అనీ వాటిని మూడుతరగతులుగా విభజించవచ్చు.

అంతరపర్వతీయ పీఠభూములు చాలా ఎత్తుగానూ, విశాలంగానూ ఉండి, వివిధస్థలాకృతులను కలిగిఉంటాయి. టిబెట్టు పీఠభూమి వీటికి చక్కని ఉదాహరణ. ఈ మహాపీఠభూమి 12,00,000 చ. కి. మీ. విస్తీర్ణం కలిగి ఉంది. దీని సరాసరి యెత్తు 4000 మీ. కు పైబడి ఉంది. అందులో చాలాభాగాలు సముద్ర తలానికి 6000 మీ. పైగా ఎత్తున నున్నాయి. ఆసియాలోకెల్ల పొడవైన కున్‌లున్ పర్వతాలు, హిమాలయములు, కారకోరం, తెయిన్ షాన్ పర్వతాలు దీనిని చుట్టి ఉన్నాయి.

పీఠభూములు చాలాభాగం పర్వతశ్రేణులను ఆనుకుని ఉంటాయి. పర్వతాలను పైకి లేవనెత్తిన శక్తియే వీటినికూడా పైకి ఎత్తింది. వలనమువల్లనూ, భ్రంశము వల్లనూ విశాలప్రదేశములు పైకి లేవనెత్తబడి ఉభారయుక్త పీఠభూములు ఏర్పడుతాయి.

జ్వాలాముఖి పీఠభూములు (*Volcanic plateaus*): అగ్నిపర్వతములు తరుచు వెలిగ్రక్కిన లావావల్ల కొన్ని పెద్ద పెద్ద పీఠభూములు ఏర్పడ్డాయి. అట్టి

"పీఠభూమి లావాలు" సాధారణంగా బసాల్ట్‌తో నిండిఉంటాయి. ఈ విధంగా ఏర్పడ్డ పీఠభూములకు దక్కన్ ట్రాప్స్ ఒక చక్కని ఉదాహరణ. ఒక్కొక్క ప్పుడు నేలమీద పడిన లావా ఆ నేలకు కవచంలాగ ఏర్పడి, చుట్టుపక్కల నేల కోసుకుపోయినప్పటికీ ఈ భాగంమాత్రం ఎత్తుగా మిగిలి నిమ్నీకృత (degraded) పీఠభూములు ఏర్పడవచ్చు.

అపరదన పీఠభూములు (*Erosional plateaus*) జలప్రవాహములవల్ల ఉన్నత మైదానములలో కొంతభాగం కోసివేయబడి, లోయలమధ్య సమతల ఉన్నత ప్రదేశాలు మిగిలిపోయి, నిమ్నపీఠభూములు ఏర్పడుతాయి.

పర్వతములలాగే పీఠభూములుకూడా కాలక్రమేణా కోతబడి అరిగిపోతాయి. నదులవల్ల, తదితర అపరదనకారకములవల్లనూ కోయబడి, వివిధ అవస్థలలో కనిపిస్తాయి. మరీ అధికంగా కోయబడకపోతే, వాటి సమతలప్రదేశాలు మైదానాల స్థలాకృతిని పోలిఉంటాయి. అత్యధికంగా కోయబడితే పీఠభూముల విశిష్టలక్షణాలు పోయి, సన్నని మిట్టలు, లోతైన వాగులు, ఆఖరికి కొండలు, లోయలు కూడా వాటిస్థానంలో కనిపిస్తాయి. అపరదనం ఇంకా కొనసాగితే పీఠభూముల ఉచ్చ్రతత (relief) తగ్గి, అవి క్రమంగా ప్రాయమైదానాలుగా మారుతాయి.

భారతదేశపు పీఠభూములు

తీరస్థమైదానాలను మినహాయిస్తే భారతీయ ద్వీపకల్పాన్ని ఒక మహాపీఠ భూమిగా భావించవచ్చు. బహువిశాలమైన సమతలమైదానాలు, లేదా వాలుమైదానాలు, అక్కడక్కడ 300 నుంచి 900 మీ. ఎత్తుగల శంఖాకారపు కొండలు, లేదా గుండ్రమైన కొండలు, సరిహద్దులలో పరిఖాలంబములు (scarps) — ఇవీ పీఠభూమి ప్రధాన లక్షణాలు.

మధ్యప్రదేశ్‌లో వింధ్యకు ఉత్తరంగాఉన్న మాల్వా పీఠభూమి లావా ప్రవహించడంవల్ల ఏర్పడింది. సమతలశిఖరఅరణయుక్తపర్వతములు, మధ్య మధ్య వాలు కలిగిన మైదానములూ ఉన్నాయి అక్కడ. మాల్వా పీఠభూమికి దక్షిణంగా వింధ్యపీఠభూమి ఉంది. అందులో ముఖ్యంగా కాంబ్రియన్ యుగానికి సంబంధించిన నదీసాగరీయనిక్షేపాలు ఉన్నాయి. ఇది అనేకసార్లు పైకి లేవనెత్త

బడి ప్రాయమైదానంగా చేయబడింది. ప్రతిరోధక క్వార్ట్జైటు శిలానిర్మితమైన ప్రాక్పశ్చిమదిశలలో అపరదితపరిఖాలంబములతో నిండిన సమతలశిఖరం కలిగిన అధినతి అది.

బెంగాలు ద్రోణికి పడమరగా ఛోటానాగపూరు పీఠభూమి ఉంది. ఇందులో ప్రముఖమైనభాగం రాంచీ పీఠభూమి. దీని పైభాగపు సరాసరి ఔన్నత్యం 700 మీ. గుండ్రని గ్రానైట్ మోనేడ్‌నాక్‌లూ, కొంచెం ఎత్తుగాఉన్న వరదమైదానపు వేదికలూ ఈ ప్రాయమైదానపు ముఖ్యలక్షణాలు. పీఠభూమి అంచులవద్ద లోతుగా కోయబడి పరిఖాలంబములు ఏర్పడుతాయి. ఈ ప్రదేశానికి పడమటిభాగంలో "మీసా" వంటి పీఠభూములు ఉన్నాయి. ఇవి ఒకనాటి విశాలప్రాయమైదానపు అవశేషాలు.

నర్మదానదికి దక్షిణాన ఉన్నతపీఠభూములు చాలా ఉన్నాయి. బేతూల్‌పీఠభూమి, సాత్పురాలో 1200 మీ. ఎత్తున్న కేంద్ర లావాపీఠభూమి వీటిలో ముఖ్యమైనవి.

భారతదేశంలో దక్కనుపీఠభూమి అన్నిటికన్న పెద్ద పీఠభూమి. ఇది 7,00,000 చ. కి. మీ. ప్రదేశాన్ని ఆక్రమించి, తూర్పువైపుకీ ఉత్తరానికీ వాలు కలిగి ఉంది. 300 మీ. సమోచ్ఛరేఖను దీనికి తూర్పు ఉత్తరసరిహద్దుగా నిర్వచించవచ్చు. పడమటి కనుమలు దీనికి పడమటి సరిహద్దు. మహారాష్ట్రంలోఉన్న ఈ పీఠభూమితాలూకు భాగం బసాల్ట్‌తో నిర్మితమై ఉంది. సమతలశిఖరములు, నిట్రపుచరియలు కలిగిన కొండలమధ్య గోదావరి, భీమ, కృష్ణానదులు ప్రవహిస్తున్నాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని ఈ పీఠభూభాగం ప్రికాంబ్రియన్ గ్నీస్‌తో తయారైంది. గుండ్రని కొండలు, వాలుమైదానాలు ఈ ప్రదేశపు స్థలాకృతి లక్షణాలు.

భారతదేశ స్థలాకృతీచిత్రంలో స్ఫుటంగా కానవచ్చే మైసూరు పీఠభూమికి 600 మీటర్ల సమోచ్ఛరేఖ సరిహద్దు. ఈ పీఠభూమి పడమటి కనుమలను తాకుతూ, తూర్పున తూర్పుకనుమలు సరిహద్దుగా కలిగి ఉంది. దీని దక్షిణసరిహద్దుని ఆనుకుని నీలగిరి ఉంది. 1897 నాటి *మైసూరు గెజెట్‌*లో వ్రాస్తూ బి. ఎల్. రైస్ ఈ విధంగా వర్ణించారు. "దక్షిణదిశను కాపలాకాస్తున్న ఒకరాక్షసుని బ్రహ్మాండమైన శిరస్సులా నీలగిరికొండలు ఉన్నాయి. ఆ రాక్షసుడు ప్రాక్పశ్చిమకనుమలు అనబడే

తనచేతులు చాచి మైసూరు పీఠభూమిని ఆలింగనంచేసుకుంటున్నాడా అన్నట్లుగా ఉంది." భూఆకృతి శాస్త్రదృష్ట్యా మైసూరు పీఠభూమిని మాల్‌నాడ్, మైదాన్ అని రెండుభాగాలుగా విడదీయవచ్చును. మాల్‌నాడ్ అనేది పడమటి కనుమలను ఆనుకొనిఉన్న పర్వతప్రదేశం. దీని సరాసరి వెడల్పు 35 కి. మీ. దీని సరాసరి యెత్తు 1000 మీ. ఇది నిట్రమైన కొండలుగానూ, లోతైన లోయలుగానూ కోయబడింది. ఈ మాల్‌నాడంతా అతిదట్టమైన అడవులున్నాయి. మైదాన్ అనేది గ్రనైట్, గ్నీస్, షిస్ట్ కొండలతో ఏర్పడ్డ వాలుమైదానం.

తొమ్మిదవ ప్రకరణం

భూపృష్ఠపు సంరచన

పటలవిరూపణ ప్రక్రియాఫలితంగా అనేకయుగాల చరిత్రలో భూపృష్ఠంలో చిన్నవీ పెద్దవీ రకరకాల కదలికలు కలిగేయి. అటువంటి సంక్షోభాలకు నిదర్శనాలు చల క్షేత్రాలలో చక్కగా కనిపిస్తాయి. ఒకకాలంలో క్షితిజసమాంతరంగా ఉన్న అవసాదీయ స్తరములు ఈ కల్లోలములవల్ల ముడతలుపడి, నలిగి, విరిగిపోయాయి.

భూచలనములవల్ల మార్పులుచెందిన శిలాద్రవ్యం ఏ ఆకారంలో ఉన్నదో తెలుపడానికి *"సంరచన"* అన్న పదం వాడుతారు. ఒకప్రదేశపు సంరచనను తెలుసుకోవాలంటే ఆ ప్రాంతపు *భూవైజ్ఞానికచిత్రాన్ని* తయారుచేయాలి. ఆ ప్రదేశంలో ఉపరితలంమీద కనబడే వివిధరకముల శిలలు, వాటి వయస్సు ఆ చిత్రంలో చూపబడతాయి. సాధారణంగా సమోచ్చరేఖల సాయంతో ఆ స్థలాకృతి చూపబడుతుంది. దానినిచూస్తే అక్కడి శిలాద్రవ్యపు త్రివిమీయ (Three dimensional) ఆకృతి తెలుస్తుంది.

భూపృష్ఠశిలలలో అశాంతి (disturbance) కలుగజేస్తే, దాని బలంయొక్క ప్రమాణాన్నిబట్టి శిలలు *వంగడం* గాని, *విరిగిపోవడం* గాని జరుగుతుంది. వంగితే ముడతలు, విరిగితే విభంగములు ఏర్పడుతాయి. భూవైజ్ఞానికసంరచనలమీద ప్రకృతిదృశ్యాలు, స్థలాకృతి ఆధారపడి ఉంటాయి. కనుక కొన్ని ముఖ్యమైన సంరచనలను వివరిద్దాం.

అవసాదీయశిలలలో చాలాభాగం మొట్టమొదట క్షితిజసమాంతరంగాఉన్న సమతలంమీదగానీ, కొద్దిగా వాలుఉన్న ప్రదేశంమీదగాని విక్షిప్తం అవుతాయి. కనుక, మందమైన స్తరములు బాగా వాలుగా ఉన్నట్లు కనిపిస్తే, ఆ స్తరములు విక్షిప్తం అయాకనే కదలికలు సంభవించాయనీ, వాటివల్ల ఆ స్తరములలో వాలు ఏర్పడిందనీ తెలుస్తుంది *(౫ వ చిత్రపటం)*. నిర్దుష్టమైన భూవైజ్ఞానికపటమును తయారుచేయడానికీ, సంరచనలను విశదపరచడానికీ, అట్టి వాలు స్తరముల తీరును

జాగ్రత్తగా నిర్ణయించడం అవసరం. ఇందుకోసం సంస్తరణతలంయొక్క "నతి" (dip) ని కొలుస్తారు.

స్తరం కిందికి వాలిఉన్న దిశనుంచి కొలిస్తే స్తరం క్షితిజంతోచేసే అత్యధిక కోణాన్ని 'నతి' లేక 'నిమ్నము' అంటారు. నిమ్నకోణాన్ని క్లైనోమీటరు సహాయంతోనూ, నిమ్నదిశను దిక్సూచి (compass) సహాయంతోనూ కొలుస్తారు. క్షితిజసమాంతరంగాఉన్న స్తరమునకు నతి లేదు. వాలిఉన్న స్తరము క్షైతిజతలమును ఖండించే దిశను అనులంబదిశ (strike) అంటారు. అనులంబదిశ ఎల్లప్పుడు నిమ్నదిశకు సమకోణంలో ఉంటుంది.

బయటికి వ్యక్తం అవుతున్న సంస్తరణశిలోపరితలాన్ని *దృశ్యాంశము (outcrop)* అంటారు. భూవైజ్ఞానిక స్తరముల స్థితిమీద భూమ్యుపరితలంమీది దృశ్యాంశ రూపం ఆధారపడి ఉంటుంది. భూమి చదునుగా ఉన్నచోట క్షైతిజ స్తరములు అత్యధిక దృశ్యాంశములను ఏర్పరుస్తాయి. ఎత్తుపల్లములున్న ప్రదేశములలో అటువంటి స్తరముల తాలూకు భూవైజ్ఞానికసరిహద్దులు క్షితిజసమాంతరంగా ఉంటాయి. కనుక స్థలాకృతీసమోచ్ఛ్రేఖలకు (Topographical contours) సమాంతరంగా ఉంటాయి; లేతవయస్సులో ఉన్న ఉన్నత స్తరములు కొండశిఖరాలమీదనూ, వయసుమీరిన నిమ్న స్తరములు లోయలక్రిందనూ ఉంటాయి. కొండశిఖరాలమీద ఉండే దృశ్యాంశములను *బహిఃస్థితములు (outliers)* అంటారు. వృద్ధశిలాపరివృతమైన శిశుశిలాదృశ్యాంశములు ఇవి కఠిన స్తరములు అపరదనమును ప్రతిరోధిస్తాయి. కనుక కొండలలాగ నిలువబడుతాయి. మృదు స్తరములు త్వరగా అరిగిపోయి గోతులు ఏర్పడుతాయి. ఈ విధమైన పక్షపాత అపరదనము (differential erosion) వల్లనే ప్రకృతిదృశ్యాలు అనేక *విశిష్టాకృతులతో* కనిపిస్తాయి. వివిధకాఠిన్యములుగల స్వల్పనత స్తరశ్రేణివల్ల *అసొష్టవమైన రిడ్జిలు* కల పరిఖాలంబ ప్రదేశము లేర్పడుతుంది. ప్రతి రిడ్జిలోనూ నిట్రపుచరియ (పరిఖాలంబము) అపరదనమువల్ల అరిగిపోయిన స్తరపార్శ్వములను సూచిస్తుంది. వాలు తక్కువగా ఉన్న వైపును *"డిప్-స్లోపు" (dip-slope)* అంటారు. ఈ రెండు ఆకృతులనూ కలిపి *"కుయెస్టా" (cuesta)* అంటారు. డిప్-స్లోపు నిట్రంగా ఉంటే ఆ రిడ్జిని *"హాగ్ బేక్" (hogback)* అంటారు.

వలనములు

శిలా స్తరములోని వంపును వలనము అంటారు. భూశక్తుల తీవ్రతనుబట్టి వలనములు సామాన్యమైనవిగానూ, క్లిష్టమైనవిగానూ ఉంటాయి. వలనముల పొడవు వెడల్పులు సెంటిమీటరులో స్వల్పాంశమునుండి అనేక కిలోమీటర్ల వరకూ ఉండవచ్చు.

పైకి విల్లు(ఆర్చి)లా వంగిన సామాన్యవలనమును *అపనతి* (*anlicline*) అంటారు. సామాన్య అపనతిలో రెండుపక్కలా స్తరములు పరస్పర వ్యతిరేకదిశలలో శిఖరం (లేదా వలనముయొక్క అక్షతలం) నుండి దూరంగా విస్తరిస్తాయి. ఇవి ఏర్పడుటలో కలిగే "తనావం" (tension) వల్ల అపనతిశిఖరములు సాధారణంగా విభంగముచెంది, అవి సులభంగా అపరదనమునకు లోనుఅవుతాయి. కనుక ప్రవాహములు అపనతిశిఖరములవద్ద లోతైన లోయలను కోస్తాయి.

కిందికి వంగిన వలనమును (downwarped fold) *అభినతి* అంటారు. ఇది అపనతికి సరిగ్గా వ్యతిరేకం. అభినతి పార్శ్వములు పరస్పరాభిముఖంగా వంగి ఉంటాయి (*6 వ చిత్రపటము*). సాధారణంగా అపనతులకు పక్కనే అభినతులు ఉంటాయి. అత్యధికంగా అరిగిపోయాక అభినతిసంరచనలక్రింద కొండలు, రిడ్జిలు ఉంటాయి. సంపీడనకు గురిఅయిన అభినతులు ప్రక్కనే ఉన్న అపనతుల కన్న ఎక్కువ అపరదన ప్రతిరోధకాలు కావడమే దీనికి కారణం.

వలనముయొక్క పార్శ్వములే దాని *లింగములు*. శిఖరరేఖ (crest line) లేక ద్రోణికారేఖ (trough line) దాని *అక్షము*. క్షితిజమునుంచి అక్షమువంగిఉన్న కోణమును *అనతి* (*plunge*) అంటారు. వలనమును సమద్విఖండన (bisect) చేసే ఊహాతలమును (Imaginary plane), *అక్షతలము* (*axial plane*) అంటారు. అక్షము ఈ తలములో ఉంటుంది.

వలనమునకు ఒకే ఒక అంగము ఉంటే, అనగా పొరలు ఒకేదిశలో వంగి ఉంటే దానిని *ఏకనతి* (*monocline*) అంటారు. *సమనత* (*isoclinal*) వలనములో అక్షతలములు, తరుచుగా అంగములు, ఇంచుమించు సమాంతరంగా ఉంటాయి.

ఒక అంగము మరొక అంగముక్రింద ఉంది. అక్షతలము అనతముగా (inclined) ఉంటే దానిని *ప్రతివలనము* (*overfold*) అంటారు (*7 వ చిత్రపటము*). అట్టి అసౌష్టవ అపనతి ముందుకి గెంటబడితే *శయానవలనము* (*Recumbent fold*) ఏర్పడుతుంది. ఇందులో అక్షతలం క్షితిజసమాంతరంగా ఉంటుంది. స్పర్శరేఖీయ సంపీడనం (Tangential compression) ఇంకా పెరిగితే, శిలలు పగిలి, స్వల్పంగా వాలిఉన్న ఒరపిడి తలములమీద కదలికలు సంభవిస్తాయి. వలన ప్రక్రియతో కూడిన స్థలచలనములను *ప్రఘాతములు* (*Thrusts*) అంటారు. చలన తలమును *ప్రఘాతతలములు* (*Thrust-planes*) అంటారు.

మహాఖండచలనములవలన పెద్దపెద్ద *ఉత్సమావలన ప్రదేశములు* గాని, *నిమ్న నమావలన ప్రదేశములు* గాని ఏర్పడుతాయి. అవి కొద్ది కిలోమీటర్ల నుంచి అనేక వందల కిలోమీటర్ల పొడవు వెడల్పులు కలిగిఉంటాయి. ఉత్సమావలన ప్రదేశాలను "*భూ-అపనతులు*" (*geanticlines*) అంటారు. *భూ-అభినతులు* (*geosynclines*) అనేవి అనేకవేల మీటర్ల మందాన సంచితమైన స్తరములుగల ప్రదేశాలు కనుక భూవైజ్ఞానికదృష్ట్యా వాటికి చాలా ప్రాముఖ్యత ఉంది. ఈ విధంగా అవసాద పూరిత భూఅభినతిద్రోణులు సాధారణంగా అమితమైన పార్శ్వపీడనకు గురిఅయి, అధికంగా వలితమై, పర్వతశ్రేణులుగా రూపొందుతాయి. భూ అపనతిప్రదేశాలకూ, భూ అభినతిప్రదేశాలకూ మధ్యని అనేక స్వల్పవలనములు ఏర్పడుతాయి. *మహాఅపనతి* (*anticlinorium*), *మహాఅభినతి* (*synclinorium*) అనే పదములు వరుసగా క్లిష్టమైన పెద్దపెద్ద అపనతీ, అభినతీ సంరచనలకు వర్తిస్తాయి.

సంధులు

ఘనీభవించిన శిలలన్నిటిమీదా పగుళ్లూ, విభంగములూ ఉంటాయి. గోడలు స్థలచలనం పొందకుండా ఉన్నట్లైతే ఆ విభంగములను *సంధులు* అంటారు. (*8 వ చిత్రపటం*). అవి ఊర్ధ్వధరం (vertical) గా గానీ, ఏ కోణంలోనైనా అనతం (inclined) గా గానీ ఉండవచ్చు. శిలలలో విభాగాలు అనేకదిశలలో ఉంటే దానిని *సంధివ్యవస్థ* (*joint system*) లేదా "*పేటర్నులు*" (*patterns*) అంటారు. సంధివ్యవస్థలవల్ల శిల ఏకసమంగా విభక్తమై, ఘనాకారంలోగానీ,

దీర్ఘచతురస్రాకారంలోగానీ బ్లాకులుగా ఏర్పడితే దానిని "కుడ్యసంధానము" (*mural jointing*) అంటారు. ముఖ్యంగా సూక్ష్మకణీయ కఠినశిలలలో సంధి ముఖములు తరుచుగా బహూనున్నగా చాలాదూరం తిన్నగా ఉంటాయి.

సంధులు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడుతాయి. చాలాభాగం భూచలనములవల్ల ఏర్పడుతాయి. వాటిని "తనావసంధులు" (*tension joints*) ; "సంపీడనసంధులు" (*compression joints*) ; "కర్తనసంధులు" (*shear joints*) అని విభజించవచ్చు. నేలమీద లావా ప్రవాహాలుగాని, సిల్స్, డైక్సువంటి అంతస్సారివములుగానీ చల్లబడి సంకోచించి, చక్కని క్రమసంధివ్యవస్థలు ఏర్పడుతాయి. వాటిని స్తూపాకార సంరచనలు అంటారు. బొంబాయిదగ్గర దక్కన్‌ట్రాప్ స్తరములు చక్కని స్తూపాకారసంధానమును కనబరుస్తున్నాయి (శివ చిత్రపటము). గ్రెనైటువంటి బృహత్‌శిలలలో ఒక్కొక్కప్పుడు "ఫలకాసంధానము" (*sheet jointing*) ఏర్పడుతుంది. అట్టి సంధులు శిలలను ఇంచుమించు క్షితిజసమాంతరంగా ఉండే మోటు పలకలుగా విడదీస్తాయి.

భ్రంశములు

నేలలోని పగులు లేక విభంగములో ఒకవైపు రెండవవైపుకి సాపేక్షంగా జరిగిపోతే దానిని భ్రంశము అంటారు. ఈ కదలిక ఊర్ధ్వధరంగాగానీ, ఏదైనా కోణంలో ఆనతంగాగానీ ఉండవచ్చు. భ్రంశములకీ, వలనములకీ చాలా దగ్గర సంబంధం ఉంది. ఏవిధమైన వలనమైనా భ్రంశంగా మారవచ్చు. భ్రంశములు బలహీనమైన మండలములను సూచిస్తాయి. వాటిలో చాలాకాలంపాటు పునః పునశ్చలనములు సంభవించవచ్చు. ఇట్లా జరిగితే వాటిని "క్రియాశీలభ్రంశములు" (*active faults*) అంటారు. ఇట్టి భ్రంశమండలములలో భూకంపములు సామాన్యంగా సంభవిస్తాయి.

చలనము జరిగే ఉపరితలమును "భ్రంశతలము" (*fault plane*) అంటారు. ఈ చలనములో పైకి జరిగిన భాగాన్ని "ఉత్క్షేపము" (*upthrow*) అనీ, కిందికి కదలిన భాగాన్ని "అధఃక్షేపము" (*downthrow*) అనీ అంటారు. భ్రంశతలం ఊర్ధ్వధరంగా లేకపోతే పైనున్న గోడని "శీర్షభిత్తి" (*hanging wall*) అనీ,

దిగువగోడని "పాదభిత్తి" (*foot wall*) అనీ అంటారు. భ్రంశపరిఖాలంబములలో చాలాభాగానికి నున్నని శిలోపరిభాగాలు ఉంటాయి. వీటిని "స్నిగ్ధపార్శ్వములు" (*slickensides*) అంటారు.

శీర్షభిత్తి అధఃక్షేపంవైపుగా ఉంటే దానిని "అనుక్రమభ్రంశము" (*normal fault*) అంటారు. శీర్షభిత్తి ఉత్క్షేపంవైపున ఉంటే దానిని "ఉత్క్రమభ్రంశము" (*reverse fault*) అంటారు. ఇరుపార్శ్వములయందు అనుక్రమభ్రంశములు కలిగి, చుట్టుప్రక్కల ప్రదేశంకన్న కిందికి దిగబడిన భూపృష్ఠపు బ్లాకును గ్రాబెన్ (*graben*) అనిగానీ, రిఫ్ట్ (*rift*) అనిగానీ అంటారు; చుట్టుపక్కల ప్రదేశంకన్న పైకి లేవనెత్తబడితే దానిని "హార్స్ట్" (*horst*) అంటారు. గ్రాబెన్‌లూ, హార్స్ట్‌లూ సాధారణంగా వెడల్పుకన్న పొడవు ఎక్కువ కలిగి ఉంటాయి. తరచు ఇవి చాలా పెద్దవిగా ఉండి స్థలాకృతిలో స్ఫుటంగా కనిపిస్తాయి.

హఠాత్తుగా తగినంత భ్రంశచలనం జరిగితే భృగువు (cliff) గానీ, భ్రంశపరిఖాలంబము (*fault scrap*) అనబడే నిట్రపుచరియగాని ఏర్పడుతుంది. నేలకు సమానంగా వచ్చిన భ్రంశములను స్థలాకృతి పరిభాషలో భ్రంశపరిఖాలంబములు అంటారు.

కాలక్రమాన అపరదనంవల్ల పూర్వపు భ్రంశఫలితాలు నేలమీదినుంచి చెరిగిపోతాయి. వేరువేరు కఠినత్వాలు కలిగిన శిలలు "భ్రంశనం" (faulting) వల్ల ఒకచోటికి వచ్చినట్లైతే, పూర్తిగా చెరిగిపోక భ్రంశావశేషం కనిపిస్తూ ఉంటుంది. దానిని భ్రంశరేఖాపరిఖాలంబము అంటారు. భ్రంశపరిఖాలంబములు, భ్రంశరేఖా పరిఖాలంబములుకూడా అపరదనంవల్ల తరిగిపోయి, పూర్వపు పరిఖాలంబములకు సమాంతరంగా కొత్తభృగువులు (cliffs) ఏర్పడుతాయి. కాని ఇవి భ్రంశానికి కొంతదూరంలో ఉండి, మధ్యప్రదేశం అపరదనధూళిచే కప్పబడి భ్రంశం కాన రాకుండా ఉంటుంది.

లోయలు చాలాభాగం భ్రంశములను అనుకొని ఉంటాయి. ఏమంటే, భ్రంశములవద్ద బలహీనంగా ఉండడంచేత సెలయేళ్లు మూలంగా అక్కడ అధికంగా కోతబడి, లోయలు ఏర్పడతాయి.

పదియవ ప్రకరణం

భూమి చరిత్ర

(భూవైజ్ఞానికసంబంధమైన రికార్డు)

మనం ఇంతవరకూ భూవైజ్ఞానిక ప్రక్రియల సాధారణప్రవృత్తి, వాటివల్ల ఏర్పడిన శిలలు, సంరచనలు పరిశీలిస్తూ వచ్చాం. ఒకప్రదేశంయొక్క భూవైజ్ఞానిక చరిత్ర వీటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. చరిత్రకు సంబంధించిన ఏ పరిశీలనకైనా కాలంతో సంబంధం ఉన్నది. కనుక భూమిచరిత్రలోని వేర్వేరు ఘట్టాలు ఏ వరుస క్రమంలో జరిగాయో నిర్ణయించాలి. వేర్వేరు భూవైజ్ఞానిక సంఘటనల వరుస క్రమాన్ని పునర్నిర్మించాలి.

భూతకాలాన్ని తెలుసుకోడానికి వర్తమానకాలం ఉపకరిస్తుందనేది భూవిజ్ఞానంలో ఒక ప్రాథమికసూత్రం. దీనినుంచే "ఏకరూపతావాదం" (*uniformitarianism*) బయలుదేరింది. వర్తమానకాలంలో జరుగుతున్న ప్రకృతి ప్రక్రియలను పరిశీలించి భూమిచరిత్రలో జరిగిపోయిన ఘట్టాల వివరాలను తెలుసుకోవచ్చునంటుంది ఈ వాదం.

భూపృష్ఠశిలలు ఘటనాక్రమాన్ని వరుసతప్పకుండా తమలో నమోదుచేసుకుంటున్నాయి అన్నది రెండవ ముఖ్యసూత్రం. అతిప్రాచీనశిలలు అట్టడుగుననూ, అతి అర్వాచీనశిలలు పైభాగంలోనూ వయస్సునుబట్టి క్రమంగా పేర్చబడి ఉంటాయి. ఒక ప్రత్యేకతరహా ప్రాచీన జీవశిథిలాలు (*fossils*) భూమిచరిత్రలో ఒక ప్రత్యేకయుగానికి సంబంధించినవి అనే విషయం అవగాహన అయాక ఈ విషయం తెలిసివచ్చింది. శిలల పొరలలో స్వాభావికంగా భద్రపరుపబడిన జంతువృక్షావశేషాలను ''ఫాసిల్సు'' అంటారు. వేర్వేరు రకాల జీవులు చరిత్రలో ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా వేర్వేరు యుగాలలో జీవించిఉండడంచేత అదే యుగంలో ఏర్పడ్డ శిలలలోమాత్రమే అటువంటి ఫాసిల్సు ఉండే అవకాశం ఉంది. ఈ సూత్రాన్ని ఉపయోగించి, వివిధప్రదేశాలలోని శిలానిక్షేపాలను పోల్చిచూచి,

తలో మూలా ఉన్న చిన్నచిన్న సాక్ష్యాధారాలనన్నింటినీ ఏర్చికూర్చి. భూమి చరిత్రను కాలక్రమానుగుణంగా తయారుచేశారు.

అవసాదీయ స్తరములు ఒకపొర తరువాత మరొకపొర అవిచ్ఛిన్నంగా నిక్షిప్తం అయితే వాటిని "సమవిన్యాసి" (*conformable*) అంటారు. కాని, అవసాదీయశిలా అనుక్రమణిక ఎక్కడా పూర్తిగా ఉండదు. తరుచు నిక్షేపాలలో విరామాలు ఉంటాయి. ఈ విరామం స్వల్పకాలికంగానీ, దీర్ఘకాలికంగానీ కావచ్చు. నిక్షేపంలో దీర్ఘకాలిక విరామం ఏర్పడితే, అవసాదీయక్రమంలో కొంతభాగం తపిస్తుంది. అవసాదీయప్రదేశంలో భూచలనములవల్ల విక్షోభా (disturbance) కలిగితే నిక్షేపానికి అంతరాయం కలుగుతుంది. స్తరములు వంగి, ముడతలుపడి, సముద్రతలం కన్న పైకిలేస్తాయి. పైకి లేవనెత్తబడిన స్తరములు అపరదితములు అవుతాయి. ఈ ప్రదేశం మళ్లీ నీటిఅడుగుకిపోతే. వంపులుతిరిగిన ముడతలుపడ్డ స్తరముల యొక్క అరిగిన అంచులమీద కొత్త అవసాదములు అసంగతంగా (discordantly) నిక్షిప్తములు అవుతాయి. పాత స్తరములకీ, కొత్త స్తరములకీ మధ్యనున్న అసమతలాన్ని "విషమవిన్యాసం", (*unconformity*) అంటారు *(9 వ చిత్రపటం)*.

అట్టడుగున పురాతనతమమైన స్తరమూ, పైన అధునాతనతమమైన స్తరమూ ఉండేటట్లు ఏర్పడిన స్తరముల వరుసను "స్తరక్రమం" (*stratigraphical sequence*) అంటారు. ఒక ప్రత్యేకస్థలంలోని నిక్షేపముల చరిత్రను నిర్ణయించడానికి ఈ స్తరక్రమమే మూలాధారం. అనేకప్రదేశాలలోని ఆగ్నేయకాయాంతరితాది రకరకాల శిలలను ఒకక్రమంలో అమర్చి, భూవైజ్ఞానిక స్తంభాన్ని (*geological column*) నిర్దేశించవచ్చు. దానినే భూమిచరిత్రను తెలిపే స్తంభం అనవచ్చు. ఇటువంటి మహాశిలాస్తంభం మొత్తంలో పేర్చబడే శిలల మందం లేదా శిలాస్థంభపు పొడవు 160 కి.మీ. ఉంటుంది.

భూవైజ్ఞానికకాలం

భూమిచరిత్రగతి బహుదీర్ఘకాలంగా నడుస్తోంది. మానవుని అల్ప ఆయుః ప్రమాణంతో పోల్చిచూస్తే భూవైజ్ఞానికకాలం అపారమైనది. ఈ బృహత్కాల

వ్యవధిని ఊహించగలగడానికి దానిని కొన్ని చిన్నచిన్న విభాగాలుగాచేసి, స్తరక్రమ అనుసారమైన "టైమ్‌స్కేలు" ను నిర్ణయించడం అవసరం. కాలవ్యవధుల ననుసరించి కొన్ని పారిభాషికపదములూ, ఆ యా కాలవ్యవధులలో నిక్షిప్తమైన స్తరముల ననుసరించి మరికొన్ని పారిభాషికపదములూ వ్యవహారంలో ఉన్నాయి. యుగము (age); యుగాంతరము (epoch); మహాయుగము (period); కల్పము (era) అనే పదాలు వరుసగా అధికాధిక కాలప్రమాణాలను సూచిస్తాయి. ఈ కాలములకు సంబంధించిన స్తరక్రమ శిలా-ప్రమాణములను వరుసగా అవస్థ (stage); శ్రేణి (series); వ్యవస్థ (system); సమూహము (group) అంటారు.

60 కోట్ల సంవత్సరాల వయస్సు కలిగిన శిలలలో బహుపురాతనతమమైన ఫాసిల్సు కనిపించాయి. ఈ కాలవ్యవధిని మూడు నాలుగు కల్పములుగా విడదీయ వచ్చును. వెనుకకు లెక్కపెడితే ఈ కల్పములను నవజీవకల్పము (cainozoic era); మధ్యజీవకల్పము (mesozoic era); పురాజీవకల్పము (palaeozoic era) అంటారు. పురాజీవకల్పము బహుదీర్ఘమైనది కావడంచేత దానిని ఉపరి పురాజీవకల్పము (upper palaeozoic era) అనీ, అధఃపురాజీవకల్పము (lower palaeozoic era) అనీ రెండుభాగాలుగా చేశారు. నవజీవకల్పమును తృతీయక కల్పము అనీ, మధ్యజీవకల్పమును ద్వితీయకకల్పము అనీ, పురాజీవకల్పమును ప్రాథమికకల్పము అనీకూడా అంటారు. మళ్లీ ఒక్కొక్కకల్పమును ఫాసిల్సుని బట్టి కొన్ని మహాయుగములుగా విడదీశారు. కల్పనిక్షేపములను "సమూహములు" అనీ, మహాయుగనిక్షేపములను "వ్యవస్థలు" అనీ అంటారు.

కేంబ్రియన్ మహాయుగానికి పూర్వపు శిలలను వర్గీకరించడం కష్టం. వ్యవహార రీత్యా కేంబ్రియన్ పూర్వశిలలు అఫాసిల్‌మయములు (unfossiliferous) అని నిర్ణయించవచ్చు. ఈ శిలలలో కొన్నిటిలో బహుపురాతనమైన ఫాసిల్సు ఉన్న మాట నిజమే కాని, వర్గీకరణంచేయడానికి అవి ఉపకరించవు. రేడియో మితీయ కాలనిర్ణయము (Radiometric dating) ప్రకారం పురాతనతమశిలల వయస్సు 350 కోట్ల సంవత్సరాలు. సుదీర్ఘమైన పూర్వకేంబ్రియన్ వ్యవధిలో అనేక కల్పములు ఉన్నాయి.

భూవైజ్ఞానిక రికార్డును 2 వ పట్టికలో చూపినట్లు వర్గీకరిస్తారు. 1959 లో హోమ్స్ చేత పరిష్కరింపబడిన భూవైజ్ఞానిక కాలమానమునే ఇక్కడ ఉపయోగించాము.

పట్టిక 2.

హోమ్స్ ఏర్పాటుచేసిన భూవైజ్ఞానిక కాలమానము
(1959 లో పరిష్కృతము)

కల్పములు	మహాయుగములు, వ్యవస్థలు	మహాయుగ వ్యవధి	ఆదినుంచి మొత్తం
1	2	3	4
		మిలియన్ల సంవత్సరాలు	
నవజీవ కల్పము	చతుర్థక		
	అభినవ (Recent)	2 లేక 3	2 లేక 3
	అభినూతన (Pleistocene)		
	తృతీయక		
	ప్లియోసీన్ (Pliocene)	9 లేక 10	12
	మియోసీన్ (Miocene)	13	25
	ఓలిగోసిన్ (Oligocene)	15	40
	ఎవోసీన్ (Eocene)	20	60
	పేలియోసీన్ (Palaeocene)	10	70
మధ్యజీవ కల్పము	క్రిటేషస్ (Cretaceous)	65	135
	జూరాసిక్ (Jurassic)	45	180
	ట్రియాసిక్ (Triassic)	45	225
పురాజీవ కల్పము	ఉపరిపురాజీవ		
	పెర్మియన్ (Permian)	45	270
	కార్బానిఫెరస్ (Carboniferous)	80	350
	డివోనియన్ (Devonian)	50	400
	అధఃపురాజీవ		
	సిల్యూరియన్ (Silurian)	40	440
	ఓర్డోవిషియన్ (Ordovician)	60	500
	కేంబ్రియన్ (Cambrian)	100	600

ప్రికేంబ్రియన్ కల్పములు :

ప్రొటిరోజాయిక్ కల్పము (Proterozoic era)
ఆర్కియోజాయిక్ కల్పము (Archaeozoic era) లేక
ఎవోజాయిక్ కల్పము (Eozoic era)
అనే పేర్లతో వ్యవహరించేవారు.

("ఆర్కియన్" (Archean) అనే పదం ఒక ప్రాంతపు ప్రాచీనతమ ప్రికేంబ్రియన్ స్ఫటికీయశిలలను సూచిస్తుందేతప్ప దానికి అంతకన్నా వేరే యుగ సార్థకత లేదు.)

అకాలనిర్ధారిత అంతరము (Undated inteıval) :

3400 నుంచి 4500 మిలియను సంవత్సరాల పూర్వపుయుగమును అకాలనిర్ధారిత అంతరము అంటారు.

భూపృష్ఠపు పుట్టుక .

భూఖండపృష్ఠం 4500 మిలియను సంవత్సరాలకు పూర్వం ఏర్పడి ఉంటుంది.

భూమి పుట్టుక.

భారతదేశపు భూవిజ్ఞానము

భారతీయ భౌతిక భూగోళంలోనూ, భూవిజ్ఞానంలోనూ కొట్టవచ్చినట్లు కనబడే అంశం ఏమిటంటే ఈ ఉపఖండమును మూడు సువిదితప్రదేశములుగా విభజించవచ్చు. అవి

(1) ద్వీపకల్పీయప్రదేశము. ఇది బహుపురాతన ప్రికేంబ్రియన్ శిలానిర్మితమైన సుస్థిరమైన భూపృష్ఠశకలము.

(2) బాహ్యద్వీపకల్పకప్రదేశము (Extra-Peninsular region) : ఇందులో నలిగిపోయిన, ముడతలుపడ్డ అవసాదీయశిలానిర్మిత మహాపర్వతశ్రేణులు ఉన్నాయి.

(3) ఈ రెంటినీ విడదీసే గంగా సింధు మైదానము. ఇది బహుమందమైన జలోఢప్రాంతం.

భారతీయ ద్వీపకల్పీయప్రాంతానికీ, బాహ్యద్వీపకల్పకప్రదేశానికీ భూఆకృతీ వైజ్ఞానికదృష్ట్యా సుస్పష్టమైన విభేదం ఉంది. ప్రికాంబ్రియన్ కాలంనుంచీ ఈ ద్వీపకల్పం భూభాగంగానే ఉంటూవచ్చింది; ఏవో కొన్ని ప్రదేశాలు మాత్రమే కొంతకాలంపాటు సముద్రంలో మునిగిఉండేవి. బాహ్యద్వీపకల్పీయప్రాంతం మాత్రం చలక్షేత్రం. కేంబ్రియన్ మహాయుగంనాటి అవసాదముల భూఅభినతీయ స్థూణముతో (geosynclinal pile) కూడిన చలక్షేత్రం ఇది.

ఖండసంవహనసిద్ధాంతం ప్రకారం భారతీయ ద్వీపకల్పము బహుపురాతన కాలంలో ఒక మహాఖండద్రవ్యంలో (గొండ్వానాలాండు) ఒకభాగం. అది మొట్ట మొదట దక్షిణధ్రువానికి దగ్గరగా ఉండేది. దానినుంచి ఈ భాగం విడివడి క్రమంగా ఉత్తరానికి కదిలిపోయింది. ఈ విసురువల్ల యూరేషియాఖండపు దక్షిణతీరాన భూఅభినతీ అవసాదములు నొక్కుకుని, వాటిని మహాపర్వతశ్రేణులుగా పైకి లేవ నెత్తాయి. ఇవే ఇండియాకు ఉత్తరానగల పర్వతాలు. దక్కను ఖండము మాత్రం స్వల్పమైన మహాదేశజనకచలనములు మినహాగా స్థిరంగా ఉంటూ వచ్చింది. హిమాలయప్రాంతం మాత్రం విపరీతంగా క్షోభితమై, శిలలు బ్రహ్మాండమైన వళులుగా నొక్కుకుని, అసాధారణమైన నలుగుడుకి లోను అయాయి. పర్వతజనక సక్రియతలో సామాన్యంగా జరిగేటట్లే, గ్రెనైట్‌శిలలు అవసాదీయస్థూణములో దూరి, ఎవరెస్టుశిఖరంనుంచి వంగపర్వతంవరకూ గల ప్రదేశంలో మధ్యస్థమండ లంలో కనిపిస్తున్నాయి.

భారతదేశంలోనూ, ప్రపంచంలోని తదితరప్రాంతాలలోనూ రికార్డుఅయిన భూవైజ్ఞానికచరిత్రలో పోలికలు సాధారణంగా కనిపిస్తున్నప్పటికీ, భేదాలుకూడా ఉన్నాయి : ముఖ్యంగా స్తరణస్తంభం (stratigraphical column) లో విరామములుండే చోట్లలో ఈ భేదాలు కనిపిస్తాయి. యూరోపియన్ స్తరవిజ్ఞానము ననుసరించి శిలావ్యవస్థలను వర్గీకరించడం హిమాలయప్రాంతంలో మాత్రమే సాధ్యం అవుతోంది.

కొన్ని ముఖ్యమైన భారతీయ భూవైజ్ఞానికరచనలూ, వాటికి ప్రామాణిక స్తర వైజ్ఞానిక ఏకకణములతో గల సంబంధము 3 వ పట్టికలో చూపబడ్డాయి.

పట్టిక 3.

భారతదేశంలోని ముఖ్యమైన భూవైజ్ఞానిక రచనలు

భూవైజ్ఞానిక సమయమానము భారతీయ	ఐరోపీయ	భారతదేశంలోని శిలావ్యవస్థలు
1	2	3
	అభినవ	నవజలోధకము
	అభినూతన	కాశ్మీరులోని కారెవాలు గంగా సింధు జలోధకము
	మియో-ప్లియోసీన్	సివాలిక్కులు కడలూరు సైకతశిలలు, వార్కలే స్తరములు
	ఓలిగో-మియోసీన్	నారీ, గాజ్ శ్రేణులు
	ఎవోసీన్	రాణికోట్, కిర్తార్ శ్రేణులు
	అధోఎవోసీన్ ఉపరిక్రిటేషస్	దక్కన్ ట్రాప్
ఆర్యన్	క్రిటేషస్	తిరుచినాపల్లిలోని క్రిటేషస్, మధ్యస్థ హిమాలయములు, అస్సాము, నర్మదాలోయ
	జూరాసిక్	ఉపరిగోండ్వానాలు (స్పిటీషేల్సు); హిమాలయముల జూరాసిక్
	ట్రియాసిక్	మధ్యగోండ్వానాలు; హిమాలయముల ట్రియాసిక్
	పెర్మియన్	అధోగోండ్వానాలు (దాముదా శ్రేణులు); హిమాలయముల పెర్మియనులు
	పెర్మో-కార్బానిఫెరస్	తల్చిర్ శ్రేణులు; హిమాలయముల గోండ్వానాలు

1	2	3
	మధ్య కార్బానిఫెరస్ నుంచి అధోకార్బానిఫెరస్	స్పితి, కాశ్మీరుల కార్బానిఫెరస్
	డివోనియన్	మత్ శ్రేణులు
ద్రవిడియన్		చిత్రాలులోని డివోనియన్
	సిల్యూరియన్	స్పితి, కాశ్మీరుల సిల్యూరియన్
	ఓర్డోవియన్	స్పితి, కాశ్మీరుల ఓర్డోవియన్
	కేంబ్రియన్	ఉపరివింధ్యలు స్పితి, కాశ్మీరుల కేంబ్రియన్ మధ్యహిమాలయములలోని హేమంత వ్యవస్థ
పురానా	ఉపరి ప్రికేంబ్రియన్	దిగువ వింధ్యలు ; కడపలు, ఢిల్లీలు డోగ్రా, సిమ్లా పలకలు
అర్కియన్	దిగువ ప్రికేంబ్రియన్	ధార్వారులు, ఆరావళీలు జాంతోగ్, సలఖలా, డేలింగు శ్రేణులు, షిల్లాంగు శ్రేణులు; ద్వీపకల్పీయ గ్నీసులు; గ్రానైటులు.

ఇండియాలోని ప్రికేంబ్రియనులలో అనేకరకాల కాయాంతరిత అగ్నేయశిలలు, సైకతశిలలు ఉన్నాయి. బహుశా వాటిలో కొన్ని మొట్టమొదటగా ఏర్పడ్డ భూపృష్ఠానికి ప్రతినిధులు కావచ్చు. గ్నీసులు (gneisses) ; షిస్టులు (schists) ; పాలరాళ్లు (marbles) ; క్వార్ట్‌జైటులు ; పట్టీలుగల ఫెర్రూజినస్ క్వార్ట్‌జైటులు - ఇవి ముఖ్యమైన శిలాజాతులు. అవి అఫాసిలీఫెరస్‌కు చెందినవి.

మైసూరురాష్ట్రంలోని ధార్వారులు షిస్ట్ శిలలు. ఇవి దక్కనుట్రాపులకూ, కడపశిలలకూ దిగువను కనబడుతాయి. ఇవి సామాన్యంగా ఉత్తరవాయవ్య అనులంబదిశలో (N. N. W. Strike) పట్టీలుగా విస్తరించి ఉన్నాయి. పురాతన లావాస్తరములు, అవసాదములు, ఆగ్నేయ అంతస్స్రావములు ఇందులో ఉన్నాయి. ధార్వారులలోని ఘటకముల (components) లో చాలాభాగం నిస్సంశయముగా అవసాదములు. ఇవి కొన్నిచోట్ల ద్వీపకల్పీయగ్నీసులమీద విషమ విన్యాసముగా నిలిచి ఉన్నాయి. మరికొన్నిచోట్ల వాటి మడతలతోనూ, పొరల తోనూ కలిసిపోయి ఉన్నాయి. బంగారము, ఇనుము, క్రోమియము, మాంగనీసు, రాగివంటి ఖనిజములకు ఉనికి కావడంచేత ధార్వారులు ఆర్థికంగా చాలా ప్రాముఖ్యతను సంతరించుకున్నాయి. రాజస్థాన్‌లోని ఆరావళులు ధార్వారులను కొంత వరకూ పోలినట్లు భావించబడుతోంది.

ధార్వారులు, ద్వీపకల్పీయగ్నీసులు చాలా లోతుకి అరిగిపోయాక, బహుకాలానికి చాలా మందంగా అఫాసిలీఫెరస్ పలకలు, క్వార్ట్‌జైటులు, సైకత శిలలు, సున్నపురాళ్లు ఏర్పడ్డాయి. ఈ శిలలు కడప వర్గానికి చెందుతాయి. వాటికి ఆ పేరు రావడానికి కారణం ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని కడపజిల్లాలో ఇటువంటి ప్రత్యేక శిలానిర్మాణములు ఏర్పడడమే. పూర్వపు గ్నీసులమీద, షిస్టులమీద కడపలు విషమవిన్యాసంగా నిలువబడి ఉన్నాయి. ఈ యుగానికి సంబంధించిన కొన్ని శిలలలో వజ్రాలు దొరుకుతాయి. సుప్రసిద్ధమైన గోలకొండ వజ్రం ఈ నిర్మాణములలో లభించినదే. వాటిలో బెరైటు, ఏస్‌బెస్టాసు నిక్షేపాలు తగినంతగా ఉన్నాయి.

కడపలు మరింత అధికంగా సంక్షోభితమై ముడుతలుపడిఉన్నప్పటికీ, వాటికీ ఢిల్లీ వర్గమునకూ కొన్ని పోలికలు ఉన్నాయి. రాజస్థాన్‌లో ఈశాన్యదిశనుంచి ఢిల్లీవరకూ విస్తరించిన క్వార్ట్‌జైటు రిడ్జిలు ఈ యుగానికి చెందినవే.

వింధ్యా వర్గమునకు సంబంధించిన శిలలు ఇంచుమించు క్షితిజసమాంతర స్తరములు. ఇవి అరిగిపోయిన కడపల ఉపరితలంమీద విషమవిన్యాసంగా నిలిచి ఉన్నాయి. షేల్సు, పలకలు, సైకతశిలలు, సున్నపురాళ్లు - ఇవి ముఖ్యమైన శిలాజాతులు. బహుస్వల్పంగా జంతువృక్షావశేషాలు ఉండడం తప్పిస్తే ఈ జాతి శిలలలో గుర్తింపదగ్గ ఫాసిల్సు ఏమీ లేవు. కట్టడాలకు పనికివచ్చే అందమైన,

మన్నికయిన శిలలకు వింధ్యపర్వతాలు ప్రసిద్ధమైనవి. ఢిల్లీలోనూ, ఆగ్రాలోనూ మొగలాయీలు కట్టిన కట్టడాలకూ, న్యూఢిల్లీలోని ప్రభుత్వ కార్యాలయభవనాలకూ ఈ రాళ్ళనే ఉపయోగించారు.

ద్రవిడియన్ కల్పానికి సంబంధించిన (కేంబ్రియన్‌నుంచి మధ్యకార్బానిఫెరస్ వరకూ) నిర్మాణాలు దక్కనులో మచ్చుకైనా లేవు. దీనికి కారణం ఈ ప్రదేశమంతా ఈ కాలమంతటా భూభాగంగా ఉండిపోవడమే. బాహ్య-ద్వీపకల్పక ప్రదేశంలో మాత్రం సాగరీయ స్తరక్రమం ఇంచుమించు సంపూర్ణంగా ఉంది.

ఉపరికార్బానిఫెరస్‌నుంచి అభినవయుగంవరకూ గల *ఆర్యన్ యుగం* లోని శిలానిర్మాణములు ద్వీపకల్పభాగంలో ఇంచుమించు సంపూర్ణంగా నిలిచిఉన్నాయి. హిమాలయశ్రేణిలో ఉత్తరసరిహద్దుపొడుగునా నిర్దుష్టక్రమంలో ఇవి నిలిచి ఉన్నాయి. పెర్మోకార్బానిఫెరస్ మహాయుగంలో భారతదేశపు భూ జలప్రదేశాలలో చాలా మార్పులు వచ్చాయి. భూపృష్ఠచలనములవల్ల భూఖండములుగా ఉండే పెద్దపెద్ద ప్రదేశాలు అపసాదప్రక్రియకు లోనుఅయాయి. హిమాలయ ప్రాంతపు ఉత్తరభాగం ''టేథిస్'' అనబడే ''ప్రపంచమధ్య'' సముద్రంలో దిగబడ్డాయి. మధ్యజీవయుగం అంతటా ఈ సముద్రం ఈ భూఅభినతిద్రోణికను నింపి, పెర్మియన్‌యుగంనుంచి ఇయోసీన్‌యుగంవరకూ అవిచ్ఛిన్న నిక్షేపవ్యవస్థకు కారణభూతమైంది. ద్వీపకల్పభాగంలో అనేకచోట్ల ఉపరికార్బానిఫెరస్ చలనములవల్ల తనావాత్మకమైన (tensional) పగుళ్లు ఏర్పడి, ఇంచుమించు నిట్టనిలువుగాఉన్న నెరియలమధ్యనున్న నిడుపైనదారులు కిందికి దిగబడతాయి. గ్నీసిక్ (gneissic) ప్రదేశంలో ద్రోణిరూపంలోఉన్న ఈ నిమ్నప్రదేశాలు నదీజలాలవల్ల నిండసాగేయి. అవసాదములు సంచితమైనకొద్దీ బరువుచేత ద్రోణులు మరింత కిందికి దిగబడసాగేయి. స్వచ్ఛమైన జలము, భూపృష్ఠ అవసాదములు, వాటితో బాటు ఆకాలపు జంతువులు, వృక్షములు నిక్షిప్తం కాసాగేయి. ఈమధ్యజీవకల్పపు భూనిక్షేపాలే *గొండ్వానా వ్యవస్థ*గా రూపొందేయి. వీటివల్లనే అత్యంత మందమైన బొగ్గుపొరలు ఏర్పడడంచేత ఇవి ఆర్థికదృష్ట్యా చాలా ప్రధానమైనవి.

ఆర్యన్‌కల్పం మొదలుఅయినప్పుడే హిమయుగం ఆరంభమైంది. హిమయుగపు నిదర్శనాలు హిమాలయాలనుంచి ఒరిస్సావరకూ కనిపిస్తాయి. హిమనదీ

గోళాశ్మమృత్తికల (glacial till) రూపంలోనూ, గుండ్రాతి స్తరముల రూపంలోనూ, మిశ్రపిండాశ్మముల (conglomerates) రూపంలోనూ, గొండ్వానాకు దిగువను *తల్చీర్ శిలాశ్రేణులు* కంపించాయి. వీటిలో మంచువల్ల గీతలుపడ్డ గులక రాళ్లు, సూక్ష్మకణీయ స్తరములలో దూరిన పెద్దపెద్ద గుండ్రాళ్లు ఉన్నాయి. ఇవి హిమ యుగంనాటి హిమానీ నిక్షేపాలలో తరుచు కనిపిస్తాయి. ఈ స్తరములు ఆధారంగా, భారతభూభాగంలో 33° ఉత్తర అక్షాంశంనుంచి 20° ఉత్తర అక్షాంశంవరకూ హిమనదులచేతనూ, మంచుపలకలచేతనూ కప్పబడి ఉండేదని ఊహించబడుతోంది.

దట్టమైన బొగ్గుపొరలు కలిగిన *దాముదా శ్రేణులు* తల్చీర్ శ్రేణులపైన ఉన్నాయి. వీటిలో మధ్య మధ్య బొగ్గుపొరలున్నాయి. ఇండియాలో అతిముఖ్యమైన బొగ్గు నిక్షేపాలు ఇవే.

దాముదా శ్రేణుల తరువాత *మధ్యగొండ్వానా* స్తరములు ఉన్నాయి. ఇవి యూరపులోని "ట్రియాసిక్" వ్యవస్థవంటివి. చిక్కని అటవీసంపద కలిగిన పూర్వయుగంలోనుంచి, సైకతశిలారక్తమృత్తికానిక్షేపసూచితమైన ఎడారి వాతావరణంలోకి మారడంవలన ఈ స్తరములలో యిసుకరాళ్లు, ఎఱ్ఱటుండ్రుమట్టి పేరుద లుండుటమూలంగా వాటిని తేలికగా గుర్తుపట్టవచ్చును.

బీహారులోని రాజమహలు కొండలనుంచి ఆంధ్రప్రదేశ్‌వరకూ అనేకప్రదేశాలలో *ఉపరిగొండ్వానా* దృశ్యాంశములు ఉన్నాయి. ఇవి సాత్పురాశ్రేణిలోని బృహత్పరిఖాలంబములలోనూ, గోదావరిద్రోణిలోనూ కనిపిస్తాయి.

భారతీయ గొండ్వానాలోని వృక్ష జంతుసంపదకీ ఆస్ట్రేలియా, బ్రెజిలు, దక్షిణ ఆఫ్రికా, మెడగాస్కర్లలో ఆధారీయ హిమానీ మిశ్రపిండాశ్మములమీద (basal glacial conglomerates) నిలిచిఉన్న సమాంతర నిక్షేపశ్రేణులలో కనిపించే వృక్షజంతుసంపదకీ చాలా దగ్గరపోలికలు ఉన్నాయి. దీనినిబట్టి పూర్వజీవ కల్పాంతమునుంచి క్రిటేషస్ యుగారంభములవరకూ గొండ్వానాలాండు ఒకే ఒక భూఖండంగా ఉండేదనీ, తరువాత అది ముక్కలుగా పగిలి, వేరువేరు ముక్కలు వేరువేరు దిశలతో జరిగిపోయి, ప్రస్తుతం కనిపిస్తున్న ఆస్ట్రేలియా, దక్షిణఅమెరికా, దక్షిణఆఫ్రికా, అరేబియా, ఇండియాలుగా రూపొందాయనీ ఊహించవచ్చు.

మిగిలిన ప్రపంచం అంతలోనూ ఉన్నట్లుగా క్రిటేషస్, ఎవోసీన్ మహాయుగాల మధ్య తీవ్ర స్తరవైజ్ఞానిక విషమవిన్యాసం ఇండియాలో కనిపించదు. క్రిటేషస్ మహాయుగానంతరంలోనూ, ఎవోసీన్ మహాయుగ ప్రారంభంలోనూ భారతీయ ద్వీపకల్పంలో అగ్నిపర్వత క్రియాశీలత అత్యధికంగా ఉండేది. భూపృష్ఠపు నెరియలలోనుంచి బసాల్టిక్ లావా విపరీతంగా బయటికి ప్రవహించి 1800 మీ. ఎత్తున 10 లక్షల చ. కి. మీ. ప్రదేశాన్ని జ్వాలాముఖపీఠభూమిగా మార్చివేసింది. ప్రస్తుతం ఈ పీఠభూమి అనేక సమతల శిఖరపర్వతసమూహములుగా కోయబడి ఉంది. ఇటువంటి స్థలాకృతి పడమటికనుమలలో సర్వత్రా కనిపిస్తుంది. మౌలిక మైన ఈ జ్వాలాముఖశిలలు అరిగి నల్లని మట్టిగా ఏర్పడింది. ఈ అగ్నిపర్వత మహావిజృంభణలకుతోడు టేథిస్‌లో ఉపరికార్బానిఫెరస్‌యుగంనుంచీ నిక్షిప్తం అవుతున్న అవసాదములు పైకిలేచి తెరలు తెరలుగా పర్వతములు ఉద్భవించ సాగేయి. ఆఖరి ఉత్థాపన ఉత్తరప్లియోసీన్ మహాయుగంలో జరిగి, సివాలిక్ పాదగిరులతోసహా పర్వతశ్రేణుల అక్షప్రదేశంపైకి లేచి ప్రస్తుతపు హిమాలయ పర్వతపంక్తులు ఏర్పడ్డాయి.

ప్రస్తుతపు అస్సాము, గుజరాతులలో ఉపరి-ఎవోసీన్, ఓలిగోసీన్‌లు ఆర్థికంగా చాలా ప్రాధాన్యత వహించాయి. ఇండియాలో పెట్రోలియంలు లభించే స్థలములివే.

బాహ్యద్వీపకల్పకప్రదేశంలో చాలాభాగంలో సివాలిక్ వ్యవస్థ (మధ్య మియో సీన్‌నుంచి అధోప్లిస్టోసీన్‌వరకూ) విస్తరించింది. హిమాలయముల వ్యర్థపదార్థ ములనుంచి ఏర్పడిన జలోఢమల్వానిర్మితపదార్థంతో ఈ వ్యవస్థ నిండి ఉంది. సివాలిక్కులనూ, పాతశిలలనూ విడదీస్తూ భ్రంశ-అధిక్షిప్తరేఖ ఉంది. అంతరించి పోయిన ఏనుగులు, ఖడ్గమృగములు, గుర్రములు, జిరాఫీలు, పందులు, నీటి గుర్రములు, లేళ్లు, దుప్పులు, మాంసభక్షకజంతువులు, మానవాకృతిగల కోతులు మొదలైన జంతువుల ఫాసిల్‌రూపకములు అపారంగా ఈ వ్యవస్థలో ఉన్నాయి.

ఉత్తరార్ధగోళంలో అనేకప్రదేశాలలో జరిగినట్లే ప్లిస్టోసీన్ మహాయుగంలో ఇండియాలోకూడా హిమయుగం ఆరంభమైంది. హిమాలయాలన్నిటా 1800 మీ. ఎత్తువరకూ హిమనదులు అమితంగా ఉన్నట్లు, కొండచరియలను లోయలను

1400 మీ. ఎత్తువరకూ హిమనదీవహనములు, హిమోఢములు నింపివేసినట్లు దాఖలాలు ఉన్నాయి. ఇండియాలో మిగిలినచోట్ల హిమయుగం వచ్చినదనడానికి ఉష్ణోగ్రత తగ్గడమూ, వర్షపాతం అధికంగా ఉండడమూవంటి పరోక్ష ఆధారాలే కనిపిస్తున్నాయి. ప్లిస్టోసీన్ మహాయుగంలో ఏర్పడ్డ అతిముఖ్యమైన భూవైజ్ఞానిక నిర్మాణం గంగాసింధుజలోఢకమే. దీనిమందం కొన్నిచోట్ల 1800 మీ. హిమాలయ పాదపీఠంనుంచి వింధ్యా-కాననూరుశ్రేణివరకూగల నిమ్నప్రదేశాన్ని ఈ జలోఢకం నింపుతోంది. తృతీయ మహాయుగంలో హిమాలయములు పైకిలేవడంచేత ఈ నిమ్నప్రదేశం ఏర్పడింది.

పదునాల్గవ ప్రకరణము

భూమ్యుపరితల చిత్రణము

భూమి ఉపరితలంమీద అనేకవిధములైన ఆకృతులు ప్రకృతిసిద్ధంగా ఏర్పడటానికి నీరు, గాలి, భూకంపాలు మొదలైనవాటి ప్రభావమే కారణం. ఈ స్థలాకృతులు ఏ విధంగా ఉద్భవించాయో, అవి ఏ యే దశలలో ఏ యే విధాలుగా మార్పులు చెందుతూవచ్చి, ఆఖరికి ప్రస్తుతకాలాన్ని పొందేయో తెలుసుకోవడం చాలా అవసరం. ఒకప్రదేశంలోవి స్థలాకృతి అక్కడి శిలల లక్షణాలమీదా, ప్రకృతి శక్తులు వాటిమీద పనిచేసిన కాలవ్యవధిమీదా అధికంగా ఆధారపడి ఉంటుంది.

అపక్షయము

శిలలు యాంత్రికంగా పగిలి ముక్కలు కావడమూ, రాసాయనికంగా మార్పులు చెందడమూ - ఈ ప్రక్రియలు రెండింటినీ ఉమ్మడిగా *అపక్షయం (weathering)* అంటారు. అపక్షయక్రియవల్ల భూమి ఉపరితలంమీదనూ, దానికి దగ్గరలోనూ ఉన్న శిలలు పగిలి, క్షీణించి, చివరకు పొడి అయిపోతాయి. ఈ అపక్షయక్రియ యొక్క అంత్యఫలితమే 'మట్టి'. అపక్షయపదార్థాలు కొంతకాలానికి గాలివల్ల ఇసుక, దుమ్ము రూపంలో మరోచోటికి కొట్టుకొనిపోబడుతాయి. వర్షాలవల్ల బురద రూపంలో కొట్టుకుపోయి నదులను చేరుతాయి. హిమనదులవల్ల రాళ్లపొడి, ముక్కలు హిమోఢ (moraine) పదార్థాలుగా కొట్టుకుపోతాయి. కనుక, పవనములు, నదులు, హిమనదులు పరివహనకారకములుగా పేర్కొనబడుతాయి. పరివహనకారకములవల్ల జరిగే క్షయణప్రక్రియను *అపరదనం* అంటారు. శిలా అపక్షయం అనే శబ్దంలో గురుత్వాకర్షణవల్ల కిందికి జారడంతప్ప వేరే పరివహనం లేదు. ఇది కేవలం స్టైటిక్ (static) ప్రక్రియ. అపరదనశబ్దంలో శిలాద్రవ్యం ఒకచోటినుంచి మరోచోటికి కదిలిపోవడం ఇమిడిఉంది. ఈ రెండు ప్రక్రియల ఫలితాలనూ కలిపి ఉమ్మడిగా "*అనాచ్ఛాదనం*" (*denudation*) అంటారు. వీటివల్ల ఉపరితలం అరిగిపోతుంది.

అపక్షయం ఎంతవేగంగా జరుగుతుంది అన్నది అక్కడి శిలలస్వభావంమీదనూ, వాటిమీద పనిచేసే అపక్షయకారకములమీదనూ ఆధారపడి ఉంటుంది. అపక్షయ కారకములు యాంత్రికము, రాసాయనికము, జీవసంబంధము అని మూడురకాలుగా ఉన్నాయి. ఆఖరికి మిగిలేవి శిలాశకలములు, ఖనిజములు, మట్టివంటి విఘటనావశేషాలు, నీటిలో కరిగి ప్రవాహంవల్ల దూరంగాపోయే విఘటనపదార్థాలూనూ.

యాంత్రిక అపక్షయం అనేది ముఖ్యంగా హిమంవల్లనూ, ఉష్ణోగ్రతావిభేదాల వల్లనూ, జీవులవల్లనూ జరిగే భౌతికమైన మార్పు.

చలిప్రదేశాలలో హిమాంకం (freezing point) కన్న ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా నున్నపుడు నీరు గడ్డకట్టడము, తరువాత కరగడమూ ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా జరుగుతూ ఉండడంచేత రాళ్లు పగులుతాయి. చాలాభాగం రాళ్లలో సంధి (joint) అనబడే ప్రకృతిసిద్ధమైన విభంగములే కాకుండా చిన్నచిన్న పగుళ్లు, నెరియలు, రంధ్రాలుఉండి, వాటిలోకి నీరు చేరుతుంది. నీరు గడ్డకట్టినప్పుడు వ్యాకోచిస్తుంది. కనుక నెరియలు మరింత వెడల్పు అవుతాయి. నెరియలలోనూ, రంధ్రాలలోనూ చేరిన నీరు గడ్డకట్టడం, కరగడం, పునఃపునరావృతం కావడంచేత ఎంతబలమైన శిలఅయినా చిన్నచిన్న ముక్కలుగా పగిలిపోతుంది. ఈ రకమైన అపక్షయాన్ని "*తుహినక్రియ*" (*frost action*) అంటారు. నిట్రమైన కొండచరియలు ముఖ్యంగా ఇటువంటి అపక్షయానికి గురిఅవుతాయి. ఈ విధంగా విరిగిన రాతిముక్కలు క్రిందపడి, సంచితమై, "*టాలస్*" అనబడే వాలులు (లేక *స్క్రీలు*) ఏర్పడుతాయి.

అల్పజలక (బెట్ట, ఎడారి) ప్రదేశాలలో మండుటెండలకు రాళ్లు బాగా వేడెక్కుతాయి. తత్ఫలితంగా రాతి పైభాగం వ్యాకోచించి, చల్లగాఉండే లోపలిభాగంనుంచి విడిపోతుంది. దీనికితోడు కాలినరాతిమీద వర్షంపడి చటుక్కున చల్లబడుతుంది. పైపెచ్చు, రాళ్ళలో రెండుగాని, అంతకన్న అధికంగాగానీ ఖనిజములు ఉండవచ్చు. అవి వ్యాకోచించే "రేటులు" వేరువేరుగా ఉండడంచేత అంతశ్శక్తులు ఏర్పడి, శిలాద్రవ్యాన్ని చెరోవైపుకీ లాగి, ముక్కలు చేస్తాయి.

ముఖ్యంగా ఉష్ణోగ్రతావిభేదాలవల్లనూ, తదితరకారణాలవల్లనూ రాళ్ల పైపొరలు పెచ్చులు పెచ్చులుగా ఊడివచ్చేస్తూ ఉంటాయి. ఈ ప్రక్రియను "*అపదళనము*" (*exfoliation*) అంటారు. స్థూలఖనిజకణములు కలిగిన ఏకసమానబృహత్ శిలలలో

ఈ పద్ధతి బాగా పనిచేస్తుంది. ఇండియాలోని గ్రైనైటు కొండలలో ఈ అపదళన ప్రక్రియాఫలితములు ముమ్మరంగా కనిపిస్తాయి. నున్నని నిట్రపుచరియలుగల *గ్రైనైట్ ద్వీపీయగిరులు* (*inselbergs*) వీటికి చక్కని ఉదాహరణలు. (Inselbergs అంటే జర్మన్‌భాషలో Island mountains అని అర్థం). రసాయన, ఉష్ణోగ్రతాపరివర్తనములవల్ల పర్వతాల తీక్ష్ణమైన కొనలు అరిగి కాలక్రమాన కొండలు గుండ్రంగా దోములలాగానూ, పార్శ్వములు నిట్రముగానూ తయారవుతాయి (*10 వ చిత్రపటము*).

వర్షంవల్ల ఎంత బాగా అపరదనం జరుగుతుందో చూపడానికి *మృత్తికా స్తంభములు* (*earth pillars*) మంచి ఉదాహరణలు. ఇట్టి మృత్తికా స్తంభాలు ఏర్పడడానికి మెత్తటిమట్టి లేదా షేల్ పొరమీద గట్టి గుండ్రాళ్లున్న పొర ఉండాలి. వర్షపునీటివల్ల మెత్తటిమట్టి కోసివేయబడి, పైన రాయిఉన్నభాగంమాత్రం కోసుకుపోకుండా రక్షింపబడడంవల్ల మట్టి స్తంభంలా ఏర్పడుతుంది. స్పిటీలోని మధ్య హిమాలయములలోని జలోఢవేదికలలో ఇటువంటి మృత్తికా స్తంభాలు కనిపిస్తాయి.

ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షంగానూ శిలలు పగిలిపోవడానికి చెట్లు ఒకకారణం. పెరుగుతున్న వేళ్లూ, మానులూ రాళ్ళమధ్య సందులను మరింత పెద్దవిచేస్తాయి. వానపాములు, చెదలు, ఎలుకలు వగైరాలు రాళ్ళసందులలో దూరి, అపక్షయకారకముల ప్రభావము మరింత లోతువరకు విస్తరించడానికి అవకాశం కల్పిస్తాయి. అడవులను కొట్టివేయడమూ, అడవులలో అగ్నిరగిలి తగలబడిపోవనివ్వడమూ, ఏటవాలుప్రదేశాలలో తప్పుగా దున్నడమూ, తోచినచోటనల్లా ఖనిజాలకోసం తవ్వడంవంటి పనులచేత మానవుడు నేలను అపరదనప్రక్రియకు లోనుగావిస్తున్నాడు.

క్రింది వాతావరణంలో అధికంగాఉన్న నీరు, ఆక్సిజను, కార్బన్ డైఆక్సైడుల సక్రియతవల్ల శిలలలోని ఖనిజములు విఘటనచెంది, కరిగి, వదులైపోవడాన్ని *రాసాయనిక అపక్షయం* అంటారు. సూక్ష్మజీవులవల్లనూ, వాటి క్షయజపదార్థాల (products of decay) వల్లనూకూడా అపక్షయం కలుగుతోంది. ప్రకృతిలో భౌతిక, రాసాయనిక, జీవసంబంధకారకములు కలిసికట్టుగా శిలలను క్షయింపజేస్తాయి.

ఆక్సీకరణము (oxidation), జలయోజనము (hydration), కార్బనేటుల తయారీ - ఇవి అపక్షయంలో జరిగే ముఖ్యమైన మార్పులు. క్వార్ట్‌జ్, శ్వేతాభ్రకం (muscovite mica) వంటి ఏవో కొన్ని ఖనిజాలు మాత్రమే విఘటనప్రక్రియను ప్రతిరోధిస్తాయి. చాలాభాగం సిలికేటు ఖనిజములు మట్టివంటి నీటిలో కరుగని అవక్షేపము (residue) గా విడిపోతాయి.

శిలాద్రవ్యములలోని సంసక్తి (cohession) రసాయనద్రవ్యాలవల్ల తగ్గుతుంది. ఈ ప్రక్రియలో తయారైన ద్రావణాలు వర్షంవల్ల కొట్టుకుపోగా, రాయి చిల్లులు చిల్లులుగా అయి నలిగిపోతుంది. రాసాయనిక అపక్షయం ఈ విధంగా జరుగుతుంది.

సమకోణీయ (rectangular) సంధులు కలిగిన సూక్ష్మకణీయ సమజాతీయ (homogeneous) శిలలు రాసాయనిక అపక్షయంవల్ల మధ్యలో కఠినమైన మార్పుచెందని రాయి, పైన ఉల్లిపాయపొరలలాగ విఘటితపదార్థం పొరలు పొరలుగా ఏర్పడుతుంది. చదునైనప్రదేశాలలోకన్న అంచులదగ్గరా, మూలల దగ్గరా విఘటనం ఎక్కువ లోతుగా జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియను *"గోళాకార అపక్షయం" (spheroidal weathering)* అంటారు. దక్కన్ ట్రాప్‌లో దీనికి చక్కని దృష్టాంతరాలు ఉన్నాయి.

తేమవాతావరణంగల ప్రదేశాలలో వర్షపునీరు రాళ్ళల్లో చాలా లోతుకి దిగుతుంది కనుక అపక్షయం చాలా లోతువరకు జరుగుతుంది. పడమటి కనుమలలో కొన్నిచోట్ల అపక్షయం 20, 30 మీటర్ల లోతువరకూ జరుగుతుంది. అతివృష్టి, అనావృష్టి ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా సంభవించే ప్రదేశాలలో అపక్షయజపదార్థాలలో అల్యూమినియం, హైడ్రాక్సైడు, ఐరన్‌హైడ్రాక్సైడు, సిలికా, రకరకాల కార్బనేటులు, సల్ఫేటులు ఉంటాయి. వీటిలో చాలాభాగం వాననీటిలో కరిగి కొట్టుకుపోతాయి. కాని, అల్యూమినియంహైడ్రాక్సైడు, ఐరన్‌హైడ్రాక్సైడు మాత్రం కరుగని అవక్షేపములుగా పైభాగాన మిగిలిపోయి, *లేటరైట్* అనబడే ఎర్రగోధుమరంగు నిక్షేపం ఏర్పడుతుంది (లాటిన్‌భాషలో *లేటర్* అంటే ఇటుక అని అర్థం). పడమటికనుమలలో చాలాచోట్ల, ఇంకా మరికొన్నిప్రదేశాలలోనూ లేటరైట్‌ను ఇటుకలుగాకోసి కట్టడాలకు విరివిగా ఉపయోగిస్తారు. మొదట్లో

మెత్తగాఉండే లేటరైటు గాలితగిలి బాగా గట్టిపడుతుంది. కనుక వీటిఉపయోగం మరింత ఎక్కువ. అల్యూమినియం పాలు అధికంగాఉండే లేటరైటును బాక్సైటు అంటారు. ఇది ముఖ్యమైన అల్యూమినియం ధాతుకం (ore).

చాలాచోట్ల పగిలిపోయిన, వదులుగాఉన్న పొర భూపృష్ఠశిలమీద కనిపిస్తుంది. ఈ పదార్థాన్ని *వ్యర్థమైన మేంటిల్* లేదా *"రెగోలిథ్"* అంటారు. ఈ వ్యర్థశిలా మేంటిల్ అపక్షయప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడినచోటనే *అవశేషంలా* ఉండిపోయి ఉండవచ్చు. లేదా గాలి, నీరు, హిమనద్యాదులవల్ల ఒకచోటినుంచి మరోచోటికి *మోసుకొని* రాబడి ఉండవచ్చు.

వాతావరణస్థితులనుబట్టి అపక్షయప్రక్రియ రకరకాలుగా ఉంటుంది. *శీతల* వాతావరణంలో యాంత్రికాపక్షయం చాలా ప్రధానమైనది. పొడిగాఉండే *సమశీతోష్ణ వాతావరణం లో* అపక్షయప్రక్రియలు అన్నీ పనిచేస్తాయి. *తేమగాఉండే ఉష్ణవాతావరణం లో* రాసాయనికాపక్షయం ప్రముఖంగా ఉంటుంది. ఏమంటే, *తేమ, వేడి* కలిస్తే ద్రావణక్రియ (solvent action) త్వరితం అవుతుంది. *పొడిగా* ఉండే *ఉష్ణ* వాతావరణంలో యాంత్రికాపక్షయం అధికంగా జరుగుతుంది.

నేల ఏర్పడే విధం

వ్యర్థశిలామేంటిల్‌యొక్క ఉపరితలంమీద *నేల* అని పిలువబడే పదార్థం భౌతిక, రాసాయనిక అపక్షయప్రక్రియలు జీవఅపక్షయసన్నిహితత్వంతో ఏర్పడుతున్నది. సమస్తజంతువులూ, వృక్షములూ ప్రత్యక్షంగానో, పరోక్షం గానో తమ మనుగడకోసం నేలమీద ఆధారపడిఉన్నాయి. కనుక నేల ఏర్పడుటకు జరిగే ప్రక్రియలు మిగిలిన సకలప్రక్రియలకన్నా అత్యధికోపయుక్తమైనవి అనడంలో సందేహంలేదు. ఈ ప్రక్రియకీ వాతావరణస్థితికీ దగ్గరసంబంధం ఉండడంచేత ఒక్కొక్కప్రదేశంలోని నేలస్వభావం అక్కడి వాతావరణాన్నిబట్టి ఉంటుంది. ఏ ఆధారశైలము (bed-rock) నుంచి నేల ఏర్పడిందో ఆ శైలంమీద ఆ నేలస్వభావం ముఖ్యంగా ఆధారపడి ఉంటుంది.

నేలలో రెండు ముఖ్యమైన భేదాలు ఉన్నాయి. ఒకటి అవశేషీయం (residual), రెండవది పరివహితము (transported). *అవశేషీయ మృత్తిక* సుమారు

నల్లగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం జీవసంబంధమైన పదార్థాలు (వీటిని "హ్యూమస్" అంటారు) ఇళ్ళ ఆ మట్టిలో కలియడమే. భూమిలో లోతుకి వెళ్ళినకొద్దీ మళ్ళీ ఇందులో విభేదాలు ఉన్నాయి. సగం సగం విఘటనచెందిన శిలలు, వృక్షసంబంధమైన పదార్థాలు స్వల్పంగాగానీ, అసలే లేకుండాగానీ ఉన్న భాగాన్ని అధోభూమి (క్రిందినేల *sub-soil*) అంటారు. అధోభూమికి కింద క్షయం అవుతున్న *విగళిత శిల (rotten rock)* ఉంటుంది. దానికింద మార్పు చెందని *స్వచ్ఛశిల (fresh rock)* ఉంటుంది. కొన్నికొన్నిచోట్ల అవశేషీయ మృత్తిక రసాయనవిఘటనంచేత ఎంతగానో మారిపోయి, అది అసలు ఏ రకమైన శిలనుంచి ఏర్పడిందో తెలుసుకోవడం కష్టసాధ్యమవుతుంది. అటువంటి మట్టిని "*పరిపక్వమృత్తిక*" (*mature soil*) అంటారు.

పుట్టినచోటినుంచి మరోచోటికి మోసుకుపోబడిన మట్టిని "*పరివహితమృత్తిక*" (*transported soil*) అంటారు. గురుత్వాకర్షణవల్లగానీ, ప్రాకేస్వభావంవల్లగానీ మట్టి స్వల్పదూరం జరిగి ఉండవచ్చు. లేదా వందలాది కిలోమీటర్ల దూరం గాలి వల్ల, నీటివల్ల, హిమనదులవల్ల పరివహితం కావచ్చు. నదులచేత మోసుకుపోబడి ఒడ్డున చేర్చబడ్డ ఒండ్రుమట్టిని *జలోఢమృత్తిక (alluvial soil)* అంటారు. ప్రారంభదశలో ఉద్ధృతంగా ప్రవహించే సెలయేళ్లు రాళ్లు, కంకర, ఇసుక వగైరాల నన్నింటినీ గెంటుకుపోతాయి. పరిపక్వదశలో నెమ్మదిగా ప్రవహించే నదులు సూక్ష్మశిలాకణములనుమాత్రమే మోసుకుపోతాయి. నదీడెల్టాలలోనూ, వరద మైదానాలలోనూ ముఖ్యంగా జలోఢమృత్తికలు ఉంటాయి. దీనికి గంగా సింధు మైదానం చక్కని ఉదాహరణ. హిమనదులవల్ల కొనిపోబడిన *హిమోఢమృత్తిక (glacial soil)* పేరుకొని, హిమోఢములు (moraines) ఏర్పడుతాయి. అట్టి స్తరవిహీనములైన అవశేషములను "*అపోఢము*" (*drift*) లేక "*టిల్*" (*till*) అంటారు. అపోఢములో ముఖ్యంగా మట్టి, రాతిపొడివంటి సూక్ష్మకణీయద్రవ్యములు ఉంటాయి, కాని కొన్నికొన్నిచోట్ల వేరువేరు పరిమాణాలలో రాళ్లున్నూ కనిపిస్తాయి. జలోఢఅవశేషములలోని రాళ్లు నునుపుదేరిఉంటే, అపోఢఅవశేషములలోని రాళ్లు *కోణములు* కలిగి ఉంటాయి.

శిలలలో అనేకరకాలు. వాటిలో అనేకరకాల ఖనిజాలు ఉండడంచేతనూ, అవి వివిధపరిస్థితులలో అపక్షయంకావడంచేతనూ నేలలలోకూడా అనేకరకాలున్నాయి.

క్వార్ట్జ్ కణములచే ఏర్పడ్డ *ఇసుక* నేల మరీ వదులుగానూ, నీరు నిలువనిదిగానూ ఉండడంచేత మొక్కలు పెరుగడానికి అనుకూలమైనదికాదు. కెవోలిన్ అనబడే బహుసూక్ష్మకణములచేత ఏర్పడ్డది *బంకమన్ను (clay)*. ఇది బొత్తిగా అపార గమ్యం (impervious) అయిన మట్టి. బంకమట్టి, ఇసుక కలిస్తే దానిని "*గరుము*" *(loam)* లేక చిక్కణమృత్తిక అంటారు. ఇది చాలా మంచి మట్టి. బంకమన్ను, సున్నపురాయి కలిపిన మట్టిని "*మారల్*" *(marl)* లేక చూర్ణ మృత్తిక అంటారు. కుళ్లిన అంగారకపదార్థం అధికంగాఉన్న నల్లమట్టిని "*మక్*" *(muck)* లేక మలినమృత్తిక అంటారు. ఈ విభేదాలు సమశీతోష్ణమండలాలలో ప్రాయం (young) లో ఉన్న నేలలలో అధికంగా కనిపిస్తాయి. పరిపక్వమృత్తిక లలో నుంచి కొన్నిపదార్థాలు అవిచ్ఛిన్నంగా బయటికిపోతూ, మరికొన్ని వచ్చి చేరుతూ ఉంటాయి. ఉదాహరణకి పెరుగుదల, విఘటనకన్న అధికంగాఉంటే మట్టిలో హ్యూమస్‌పాలు పెరుగుతుంది. కనుక, ఇది వాతావరణంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ విధంగా వాతావరణస్థితినిబట్టి మృత్తికాసంయోజనం క్రమంగా మార్పులు చెందుతుంది. మట్టియొక్క రంగు ముఖ్యంగా అందులో చేరిన ఇనుప యౌగికములమీద, హ్యూమస్‌యొక్క అల్పత్వ అధిక్యతలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. రష్యాలోని స్టెప్పీలలో గ్రెనైట్, బసాల్ట్, లోయెస్, గోళాశ్మముల వంటి విభిన్నశిలలనుంచి నల్లని నేలలు ఏర్పడింది. సమశీతోష్ణమండలాలలో గ్రెనైట్‌నుంచి బూడిదరంగు నేలలు (podsols), స్టెప్పీలలో నల్లని నేలలు (chernosem), ఉష్ణమండలాలలో ఎర్రనినేలలు (laterite) ఏర్పడుతున్నాయి.

భారతదేశంలోని నేలలు

భారతదేశంలోని నేలలు సామాన్యంగా బహుపురాతనమైనవీ, పరిపక్వత చెందినవీనూ. నేల ఏర్పడుట చాలావరకు వాతావరణాన్నిబట్టి, అందులోనూ ముఖ్యంగా వర్షపాతాన్నిబట్టి ఉంటుంది. సమశీతోష్ణమండలంలోకన్న భారత దేశంలో నేలయొక్క ఉష్ణోగ్రత 10 నుంచి 20 డిగ్రీలవరకూ అధికంగా ఉంటుంది. తత్ఫలితంగా మృత్తికానిర్మాణంలో పాల్గొనే రసాయనప్రక్రియలు చాలా తీవ్రంగా ఉండి, శిలావిచ్ఛేదన, రాసాయనిక విఘటనము మరింత వేగంగా జరుగుతాయి.

గంగా సింధుమైదానంలోని నేల ముఖ్యంగా జలోఢకం. హిమాలయముల అరుగడంవల్ల ఏర్పడ్డ చెత్త చెదారము ఇక్కడికి వచ్చింది. బంకమట్టి, ఇసుక కలిసిన గరుము ఇందులో ఉంది. భారతదేశంలో అత్యంతసారవంతమైన ప్రదేశం అయింది. భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని నేలలు మాత్రం ఏర్పడినచోటనే ఉండిపోయిన రకానికి చెందినవి. వాటి ఉత్పత్తికి కారణభూతమైన రాళ్ళలోని రసాయనద్రవ్యాలనుబట్టి ఆ మట్టియొక్క ఫలదత (బలంచే) ఆధారపడి ఉంటుంది.

భారతదేశంలోని నేలలను ఈ క్రిందివిధంగా వర్గీకరించవచ్చు :

( ) వండ్రునేలలు; (2) నల్లనేలలు; (3) ఎర్రనేలలు; (4) కంకరనేలలు; (5) అడవినేలలు, కొండనేలలు; (6) ఎడారినేలలు; (7) చౌడునేలలు; (8) పేటీనేలలు, బురదనేలలు.

(1) *వండ్రునేలలు :* గంగా సింధుమైదానపు పైభాగంలో వండ్రునేలలు స్థూల కణీయంగానూ, మధ్యభాగంలో మధ్యమకణీయంగానూ, అట్టడుగుభాగాన సూక్ష్మ కణీయంగానూ ఉంది. అన్నింటికన్న స్థూలమైనది ఇసుక. కనుక, నదుల ఊర్ధ్వభాగాలలో ఇసుక అధికంగా ఉంటుంది. సూక్ష్మతమకణీయమైనది బంకమట్టి కనుక అది నదుల అధోభాగంలో అధికంగా ఉంటుంది. చదునైన ప్రదేశం కావడంచేత గంగాలోయలో అనేకమైన కాలువలు వ్యవసాయార్థం తవ్వబడ్డాయి. మిగిలినచోట్లకన్నా బెంగాలులోని వండ్రునేలలు దగ్గరదగ్గరగానూ, తక్కువ స్థౌల్యముతోనూ, ఎక్కువ తేమగానూ ఉంటాయి. ఇక్కడ వరి, చెరకు, పొగాకు, జ్యూట్ అధికంగా పండించబడతాయి.

దక్కను తీరస్థప్రదేశములలోని వండ్రునేలలలో రంధ్రరహితంగానూ, నల్లని రంగులో బంకగానూ ఉంటాయి. భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని నదీముఖములదగ్గరా, లోయలలోనూ ఈ మట్టి కనిపిస్తుంది.

(2) *నల్లనేలలు :* మైసూరులోనూ, మహారాష్ట్రంలోనూ, గుజరాతులోనూ, మధ్యప్రదేశ్ పశ్చిమభాగంలోనూ, ఉత్తరప్రదేశ్‌లో దక్షిణభాగంలోనూ, బీహారులో ఆగ్నేయభాగంలోనూ, ఒరిస్సాలో నైఋతిభాగంలోనూ, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో పడమటి భాగంలోనూ ఈ నల్లనేలలు కనిపిస్తాయి. దక్కనుట్రాపులో ముఖ్యమైనది

నల్లరేగడినేల (*regur or black cotton soil*). ఈ రకమైన మట్టి అనేక ప్రదేశాలలో బసాల్ట్‌లావా స్తరములనుంచి ఏర్పడింది. ఇది పరిపక్వతచెందిన నేల. ఇది ముఖ్యంగా వాతావరణస్థితివల్ల ఏర్పడ్డదే కాని, ఏదో ఒక ప్రత్యేకశిలనుంచి ఏర్పడ్డదికాదు.

నల్లనేల కొంతవరకు కాల్షియమయంగా ఉంటుంది. అది బహుసంహితం (compact) గా, బంకగా, తేమను ఇముడ్చుకునేదిగా ఉంటుంది. అది చాలా సారవంతంగా, పత్తి, గోధుమ, అవిశ, జొన్న, శనగలు పండించడానికి అనువుగా ఉంటుంది.

(3) *ఎర్రనేలలు :* భారతీయ ద్వీపకల్పంలో చాలాచోట్ల ఉష్ణమండల అభిలక్షణమైన ఎర్రనేల కనిపిస్తుంది. మృత్తికలు రంగులోనూ, లోతులోనూ, సంయోజనంలోనూ బాగా భేదిస్తాయి. అల్పజలకప్రదేశాలలోని ఇసుక లేతరంగునేలలలో నల్లులుమాత్రమే పండుతాయి. మైదానాలలోని సారవంతమైన చిక్కని ఎరుపు గరుమునేలలో అనేకరకాల పంటలు పండుతాయి.

(4) *కంకరనేలలు :* లేటరైట్ అపక్షయంచెందడంచేత కంకరనేల ఏర్పడుతుంది. ఇది ఎర్రగా, ముతకగా ఉంటుంది. బంకమట్టి, కంకర కలిసిఉంటాయి. ఈ రకపు నేలలో ఆమ్లత ఆధికంగా ఉంటుంది. కనుక, ఆమ్లతను సరిదిద్దడం ముఖ్యమైన వ్యావసాయికసమస్య. తేయాకుమొక్కకు ఆమ్లత అవసరం కనుక ఈ నేలలలో సామాన్యంగా తేయాకు పండిస్తారు.

(5) *అడవినేలలు, కొండనేలలు :* అడవిలో పెరిగే జీవసంబంధమైన పదార్థం కుళ్ళి, సంచితమై, ఈ నేల తయారవుతుంది. అస్సాములోని కొండజిల్లాలలోనూ, ఉత్తరప్రదేశ్‌లోనూ, ఉపహిమాలయప్రదేశంలోనూ, కూర్గులోనూ, ఈ మాదిరి నేలలు కానవస్తాయి.

(6) *ఎడారినేలలు :* ఉప్పు ఎక్కువగాఉండే ఇసుకతో నిండిఉంటుంది. ఈ మట్టి దక్షిణపంజాబు, రాజస్థాన్‌లలోని అల్పజలకప్రదేశాలలో ఈ నేలలు కనిపిస్తాయి. ఇందులో జీవసంబంధపదార్థం అతిస్వల్పంగా ఉంటుంది. గాలివల్ల కొట్టుకువచ్చిన ఇసుకతో ఈ ప్రదేశాలు కప్పబడిఉంటాయి. ఇక్కడ వ్యవసాయానికి ముఖ్యమైన నీరు లభించదు. సరియైన నీటిపారుదలవల్ల ఈ ప్రదేశాలను వ్యవసాయోప

యోగ్యంగా చేయవచ్చు. ఈ విషయం ఒరుండా అనే చోట ఋజువు అయింది. ఇది రాజస్థాన్ ఎడారిలోని నిర్జలనిర్మానుష్యప్రదేశం. నీటిపారుదలసౌకర్యాలవల్ల ఈ ప్రదేశాన్ని పచ్చనిపంటలు పండే పొలాలుగా మార్చగలిగేరు. ఇక్కడ ప్రస్తుతం గోధుమ, బార్లీ, ఆవ, వరి, ద్రాక్ష పండిస్తున్నారు.

(7) *చౌడునేలలు :* భారతదేశం అంతటా అన్నిరకాల శీతోష్ణమండలాల లోనూ ఈ మృత్తికలు కనిపిస్తాయి. నిర్జలప్రదేశాలు పెక్కింటిలో, ముఖ్యంగా బీహారు, ఉత్తరప్రదేశ్, రాజస్థాన్, పంజాబులలో ఉప్పు, క్షారములు ఏర్పడు తాయి. ఇవి పంటలకు చాలా హానికరములు. ఉప్పునేలలలో సోడియంక్లోరైడు, సోడియంసల్ఫేటు అధికంగా ఉంటాయి. క్షారమయమృత్తికలో సోడియం బైకార్బనేటు అధికంగా ఉంటుంది.

(8) *పేటినేలలు, ఋరదనేలలు :* తేమ ఎక్కువగాఉండే ప్రదేశాలలో జీవ సంబంధమైన పదార్థాలు సంచితంకావడంవల్ల పేటీమృత్తిక ఏర్పడుతుంది. ఈ నేలలు నల్లగా, బరువుగా, ఆమ్లత అధికంగా కలిగిఉంటాయి. ఇవి కేరళలో కనిపిస్తాయి. ఋరదనేలలు ఒరిస్సా తీరప్రాంతాలలోనూ, సుందరవనాలలోనూ, బెంగాలులోని కొన్నిప్రదేశాలలోనూ, ఉత్తరబీహారులోనూ, మద్రాసురాష్ట్రంలోని ఆగ్నేయతీరంలోనూ కనిపిస్తాయి.

పన్నెండవ ప్రకరణము

ప్రవాహోదకం (పారేనీరు)

అనేకకోట్లసంవత్సరాలుగా అపరదనకారకములు నిరంతరాయంగా భూమిని కోసి వేస్తూ, సముద్రతలంతో సమానంచేయాలని ప్రయత్నిస్తున్నాయి. నీరు, గాలి, మంచు—ఇవి మూడూ అపరదనకారకాలు. ఈ మూడింటిలో ప్రవహించే నీరు అతిముఖ్యమైనది. వర్షంవల్ల, కరిగిన మంచునుంచీ ప్రవాహోదకం ఏర్పడుతుంది. నేలమీద ప్రతిఏడూ 100 సెం.మీ. నీరు వర్షరూపంలోనూ, మంచురూపంలోనూ పడుతోంది. ఇది సుమారు 1,50,000 ఘన కిలోమీటర్ల నీటికి సమానం. వర్ష రూపంలో పడిన నీరు ఎత్తుప్రదేశాలనుంచి కిందికి జారి, కయ్యలుగా, వాగులుగా, నదులుగా ప్రవహించి, ఆఖరికి సముద్రాన్ని చేరుకుంటుంది. ఈ నీరు ఆవిరియై మళ్ళీ వర్షరూపంలోనూ, మంచురూపంలోనూ నేలమీద పడుతుంది. దీనిని *"జలవైజ్ఞానికచక్రం"* *(hydrological cycle)* అంటారు. నేలమీదపడ్డ నీటిలో అరవవంతుమాత్రమే నదీప్రవాహమూలకంగా సముద్రాలను చేరుతోంది. మిగిలిన దానిలో కొంత భూమిలోకి ఇంకిపోతోంది; కొంత ఆవిరియై పైకిపోతోంది.

నదుల ఉత్పత్తిస్థానంగురించి సరిగ్గా తెలియదు అనే మాట సాధారణంగా నిజమే. గంగానదికిలాగే ఉత్పత్తిస్థానం హిమనదిలో ఒక మంచుగుహ కావచ్చు. లేదా నర్మదకిలాగే అమర్‌కంటక్‌లో ఎత్తైన ఒక నీటిబుగ్గ కావచ్చు. లేదా పశ్చిమ వాహిని అయిన శతద్రుకిలాగే ఉత్పత్తిస్థానం ఒక సరస్సు కావచ్చు. నదులన్నిటి విషయంలోనూ సరిగ్గా ఇదీ ఉత్పత్తిస్థానం అని వేలుపెట్టి చూపించడం కష్టం.

వర్షపునీరు వాగులాగ ఏర్పడకపూర్వమే కొంత అపరదనాన్ని కలుగజేస్తుంది. వర్షపునీరు వాలులనుంచి కిందికి ప్రవహించేటప్పుడు తమతోబాటు కొంత మట్టిని కూడా తోసుకురావడమే ఇందుకు నిదర్శనం. వర్షపునీటివల్ల కలిగే ఈ రకమైన అపరదనానికి *ఫలకాపరదనం* ***(sheet erosion)*** అని పేరు.

వాగులలో అనేక భేదాలున్నాయి. కొన్నివాగులు వేల కిలోమీటర్లపొడవు మేర ప్రవహిస్తాయి. కొన్ని చాలాతక్కువ నిడివిమేర ప్రవహిస్తాయి. కొన్ని

పెద్దవి, కొన్ని చిన్నవీనూ. కొన్నిచోట్ల వాగులు దగ్గరదగ్గరగాను, కొన్నిచోట్ల దూరదూరంగాను ప్రవహిస్తాయి. ఒకానొకవాగు ఎక్కువగా ఒండ్రును మోసుకు వస్తుంది. మరొకటి ఏమాత్రం ఒండ్రులేకుండా చాలా స్వచ్ఛమైన నీటితోనే ప్రవహిస్తుంది.

వర్షాలు ఎక్కువగా కురిసేచోట అధికసంఖ్యలోను, వర్షపాతం తక్కువగా ఉన్నచోట తక్కువగాను వాగులు పారతాయి. భ్రంశములు, వలనములు, ఊర్ధ్వ అధోసమావలనములు వాగుల ఉనికికి చాలావరకు హేతువులు.

కొన్నివాగులు ఏడాదిపొడుగునా ప్రవహిస్తూనే ఉంటాయి. దానికి కారణం అవి సరస్సులలో పుట్టిఉండడం కావచ్చు; లేదా మంచుకరిగే పర్వతపాదములవద్ద పుట్టి ఉండవచ్చు. వీటిని *"జీవనదులు" (permanent streams)* అంటారు. హిమాలయాలలో పుట్టిన నదులు ఇందుకు చక్కని ఉదాహరణలు. మంచు కరిగి నీరు లభ్యం అవుతూ ఉండడంచేత ఇవి ఏడాదిపొడుగునా ప్రవహిస్తాయి. ఎడారి ప్రదేశాలలో పుట్టిన నదులు నీటికోసం వాతావరణస్థితిమీద ఆధారపడతాయి కనుక అవి *"అంతరాయికనదులు" (intermittent streams)*. మధ్యఇండియా, దక్కనుల లోని నదులు వర్షాశ్రయములు కనుక, వాటిలోని నీరు హెచ్చుతూ తగ్గుతూ ఉంటుంది. ఒక్కనెల్లాళ్ళపాటైనా అవిచ్ఛిన్నంగా ప్రవహించని నదులను *"స్వల్పాయుప్రవాహాలు" (ephemeral streams)* అంటారు. ఇవి అల్పజలక ప్రదేశాలలోనూ, ఎడారిప్రదేశాలలోనూ కనిపిస్తాయి. అంతరఅపవాహద్రోణుల (interior drainage basins) లోని వాగులు స్వల్పాయులక్షణాలను కలిగి ఉంటాయి. అవి వేరువేరు ప్లాయా (తాత్కాలిక సరస్సు) ద్రోణులలోకి ప్రవహిస్తాయి, లేదా సంభార్‌వంటి ఉప్పునీటిసరస్సులలోకి ప్రవహిస్తాయి, లేదా సముద్రాన్ని చేరుకోకమునుపే ఎడారి ఇసుకలో పూర్తిగా ఇంకిపోతాయి.

ప్రవాహాపరదన పద్ధతులు

వివిధప్రమాణాల శిలాశకలాలను ప్రవాహాలు మోసుకుపోతాయి. వాటిలో ఒండ్రు, బురద, ఇసుక, గులకరాళ్లు, పెద్దపెద్ద బండరాళ్లుకూడా ఉండవచ్చు. వీటిని *"భారం" (load)* అంటారు. వీటిసాయంతోనే నదులు యాంత్రికాపర

దనాన్ని సాధిస్తాయి. గట్లు అడుగుభాగము ఈ శిలాశకలముల ఒరపిడివల్ల యాంత్రికంగా అరిగిపోవడాన్ని "*బలకృత అపరదనము*" (*corrasion*) అంటారు. కోణాలు కలిగిన శిలాశకలాలను అధికంగా మోసుకువస్తున్నది. సాపేక్ష్యంగా మెత్తనిపైన శిలలప్రక్కనుంచి ప్రవహిస్తూఉంటే బలకృతాపరదనం వేగంగా కొనసాగుతుంది. నదీశయ్యలలో తరుచు కనిపించే గుండ్రని నున్నని గులకరాళ్లు ఈ రకమైన అపరదనానికి సాక్ష్యాలు. నదులవల్ల లోయలు లోతుగా అవడానికి ఈ బలకృతాపరదనమే కారణం. క్రిందికి కోయడంలో "*జలగర్తికలు*" (*pot-holes*) ఏర్పరచడం అతిముఖ్యమైనది. గట్టిరాళ్ళలోగల చిన్నచిన్న గుంటలలో వాగులు కొట్టివచ్చిన గులకరాళ్లు, ఇసుకరేణువులూ దూరి, ప్రవాహవేగంవల్ల ఆ గుంటలలో గిరగిరా తిరిగి, వాటిని మరింత లోతుగా చేస్తాయి. వీటినే జలగర్తికలు అంటారు. గులకరాళ్ల ఆవర్తచలనము (spiral movement) వల్ల ఈ రంధ్రాలు నిట్టనిలువుగా, చాలా లోతుగా ఏర్పడుతాయి. (ద్రావణరూపంలో అపారమైన ద్రవ్యాన్ని నదీజలాలు మోసుకుపోతాయి. ప్రవాహంలోపడి కొట్టుకు పోతున్న రాళ్ళల్లోనూ, గట్టులవెంబడి ఉన్న రాళ్ళల్లోనూ గల కరిగే పదార్థాలను నదీజలాలు తమలో ఇముడ్చుకుంటాయి. ప్రవాహోదకంచేత జరిగే రసాయన క్రియను "*సంక్షారణము*" (*corrosion*) అంటారు.)

వదులుగా లేదా మెత్తగాఉన్న పదార్థంమీద ప్రవహిస్తున్నప్పుడుగానీ, లేదా సంధులు అధికంగాఉన్న కఠినశిలలమీద ప్రవహిస్తున్నప్పుడుగానీ కేవలం ప్రవాహోదకస్పర్శచేతనూ, వత్తిడిచేతనూ అపరదనం చాలా జరుగుతుంది. ప్రవాహోదకపు వత్తిడిచేత కలిగిన *ద్రవప్రేరిత క్రియ* (*hydraulic action*) వల్ల స్తరతలములచేతనూ, సంధివ్యవస్థలచేతనూ విభక్తమైన శిలలోని ముక్కలు ఊడి వచ్చేస్తాయి.

ఏటా సుమారు 8000 మిలియను టన్నుల ద్రవ్యం నదీప్రవాహాలచేత సముద్రాలలోకి కొట్టుకుపోతోందని అంచనా. 105 చ. కి. మీ. మొత్తం వైశాల్యంగల ద్రోణులనుంచి ఈ ద్రవ్యం పరివహితం అవుతోంది అంటే 30,000 సంవత్సరాల కాలంలో ఒకమీటరు భూభాగంపై తలం తరిగిపోతోంది అన్నమాట. ద్రోణులను బట్టి సరాసరి అనాచ్ఛాదనవేగాలు మారుతూ ఉంటాయి.

ప్రవాహపరివహనం

నదులు తమతో తీసుకుపోయే యాంత్రికభారంలో ప్రత్యక్షంగా కనిపించే ద్రవ్యం నీటిలో విలంబితమై (suspension) నదీతలంమీద దొర్లుతూ ముందుకి గెంటుకుపోబడుతూ ఉంటుంది. నీటిలో కరిగిన ఖనిజపదార్థములే పరోక్షమైన రసాయనభరం. ప్రవాహవేగం స్వల్పంగా పెరిగినా దాని పరివహనశక్తి అమితంగా పెరుగుతుంది. అందుకనే వరదవచ్చిన నది అంత అధికనష్టాన్ని కలిగిస్తుంది.

ఉపనదులు తీసుకువచ్చి అందించే భారంకన్న ఇంకా ఎక్కువభారాన్ని మోసుకు పోవడానికి తగిన వేగమూ, ఆయతనమూ కలిగిన నది తనశయ్యను లోతుగా కోయగలుగుతుంది. దీనిని "*నిమ్నీకరణం*" (*degradation*) అంటారు. నిమ్నీకరణం కొనసాగగా కొనసాగగా నదీశయ్యలోని వాలు క్రమంగాతగ్గి, కొంత కాలానికి నదీప్రవాహబలం అంతా భారాన్ని మోసుకుపోవడంలోమాత్రమే ఖర్చు అయి, ఇక అటుమీదట నిమ్నీకరణం జరుగదు. మోయగలిగినదానికన్న అధిక భారం నదిలోవచ్చి కలిస్తే అప్పుడా నది "*అధికభారితం*" (*overloaded*) అయింది అంటారు. అటువంటి నది తనశయ్యను లోతుకి కోయలేదు సరికదా, తనలోని భారాన్ని కొంత పంపేసుకుని, శయ్యాతలాన్ని మెరకచేస్తుంది. దీనిని "*ఉన్నతీకరణం*" (*aggradation*) అంటారు. అతివాలుగా ప్రవహించే ఉపనదులు కలిపిన కొండవాగులు కొన్ని అత్యధికభారితములై, ఆ భారాన్ని మోసుకుపోయే శక్తిలేక, దారిలో కొండలోయలలో వదిలివేస్తాయి. ఆ లోయలు లోతు అవడానికి బదులు మెరక అవుతాయి.

నదియొక్క పరివహనశక్తీ, దానిభారమూ ఇంచుమించు సరిసమానంగాఉంటే ఆ నదిని "*క్రమికనది*" (*graded stream*) అంటారు. అట్టి నది ఉన్నతీకరణం గాని, నిమ్నీకరణంగాని చేయలేదు. దాని ఉపనదులు తీసుకువచ్చిన భారాన్ని మోయడానికి సరిపడ్డ శక్తిమాత్రమే కలిగి ఉంటుంది.

నదీశయ్యలో అన్నింటికన్న లోతైన బిందువును "*చరమస్తరము*" (*base level*) అంటారు. ఇంతకన్న కిందికి నది కోయలేదు. సరస్సులవల్లనూ, ప్రతిరోధకశిలలవల్లనూ, ప్రవాహాన్ని అడ్డగించే మరేదైనా అడ్డువల్లగానీ తాత్కాలిక

చరమ స్తరములు ఏర్పడుతూ ఉంటాయి. నది పతనమయ్యే సముద్రపుతలమే అంతిమచరమ స్తరము.

నదుల విశిష్ట లక్షణములు

క్రొత్తప్రదేశంలో సహజంగాఉన్న వాలులోనే నది ప్రవహిస్తుంది. ప్రప్రథమ స్థలాకృతివల్ల శయ్యలు నిశ్చయింపబడ్డ నదులను "*కాన్‌సీక్వెంట్ నదులు*" *(consequent streams)* అంటారు. కొన్ని నదుల శయ్యలు సహజస్థలాకృతి నిర్దిష్టములుకాక, శిలా స్తరములు విభేదీఅపరదనము (differential erosion) నకు లోనుకావడంవల్ల ఏర్పడ్డాయి. అట్టి నదుల లోయలు మెత్తని అల్పప్రతిరోధక శిలల వెంబడే ఉంటాయి. అంటే అటువంటి నదీశయ్యలు శిలాసంరచనలమీద ఆధారపడి ఉంటాయన్నమాట. సహజస్థలాకృతికి సంబంధంలేకుండా ఏర్పడ్డ అటువంటి నదులను "*సబ్‌సీక్వెంట్ నదులు*" *(subsequent streams)* అంటారు.

తరుచుగా ఇవి కాన్‌సీక్వెంట్ నదులకు ఉపనదులుగా ఉంటాయి. సాధారణంగా సబ్‌సీక్వెంట్ ఉపనదులు కాన్‌సీక్వెంటు మహానదులకు లంబదిశలో ఏర్పడుతాయి. దీనికి కారణం కాన్‌సీక్వెంట్ నదులు నతి (dip) కి సమాంతరంగానూ, సబ్‌సీక్వెంటు నదులు అనులంబదిశ (strike) కు సమాంతరంగానూ ఉండడమే. ఈ సమకోణీయ నదీశయ్యావ్యవస్థను "*ట్రెల్లిస్ డ్రెయినేజ్*" (*Trellis Drainage*) అంటారు.

శిలాసంరచనాసమంజనం (adjustment to rock structure) వల్ల కొన్ని పరిస్థితులలో *అబ్‌సీక్వెంట్* (*obsequent*) నదులు ఏర్పడుతాయి. కాన్‌సీక్వెంట్, సబ్‌సీక్వెంటు నదుల లోయలు తయారైన తరువాత సబ్‌సీక్వెంటు నదులకు సమకోణంలో అబ్‌సీక్వెంటు నదులు ఏర్పడి, మొట్టమొదటి కాన్‌సీక్వెంటు నదీ ప్రవాహదిశకు *వ్యతిరేక* దిశలో ప్రవహిస్తాయి. భూతలాపరదనంవల్ల పరిఖాలంబములు ఏర్పడే వాలు స్తరములుగల ప్రదేశాలలో అట్టి అబ్‌సీక్వెంటు నదులు కనిపిస్తాయి. అట్టి పరిఖాలంబములమీద అబ్‌సీక్వెంట్ ఉపనదులు తయారవుతాయి.

చదునైన అవసాదీయ శిలలమీదగానీ, స్ఫుటమైన సంరచనావ్యవస్థలులేని గ్రెనైటువంటి శిలాద్రవ్యములమీదగాని లోయలను ఏర్పరచే నదులను

"ఇన్ సీక్వెంటు" *(insequent)* నదులు అంటారు. చెట్టు ఆకారంలో ఉండే వీటి డ్రెయినేజిని "డెండ్రైటిక్ డ్రెయినేజి" *(వృక్షాభఅపవాహము)* అంటారు.

హిమాలయాలలో కనిపించే అత్యపూర్వమైన డ్రెయినేజి నమూనా ఒకదానిని గురించి ఇక్కడ వివరించడం అవసరం. ఖాట్మండు (ఇది నేపాలుకి రాజధాని) లోయయొక్క నేల ద్రోణివంటి పల్లంలో డెల్టాయిక్ సరోవసాదములచే ఏర్పడింది. ఈ పల్లం వాలు పట్టణంవైపుగా ఉంది. ఈ ద్రోణి దక్షిణాన మహాభారతపర్వత శ్రేణిచేతనూ, మిగిలినవైపులమధ్య హిమాలయప్రక్షేపముల (spurs) చేతనూ పరివేష్టితమై ఉంది. ఈ ద్రోణినుంచి బయటికి రావడానికి బాగ్మతీనదికి ఒకే ఒక బహిర్ద్వారం (exit) ఉంది. అదే మహాభారతశ్రేణిలోని గోర్జి (సన్నని దారి). ఉపరిబాగ్మతీనదీ, దాని ఉపనదులూ *అభికేంద్రక అపవాహము (centripetal drainage)* కి చక్కని ఉదాహరణ. ఈ దారివెంట బాగ్మతీనది దక్షిణంగా గంగాభిముఖంగానూ, నాఖూ ఖోలా కి 1·5 కి. మీ. దూరంలో దక్షిణాభిముఖంగానూ ప్రవహిస్తోంది.

నదులు లోయలను కోయడం మొదలుపెట్టిన తరువాత చాలా మార్పులు జరిగే అవకాశం ఉంది. అవి మరొకనదితో కలియవచ్చు. హిమనదులు, లావా స్తరములు, భూస్ఖలనములు ఆ నదీలోయలకు అడ్డుపడి సరస్సులు ఏర్పరచవచ్చు. లేదా దాని ప్రవాహదిశను మార్చివేయవచ్చు. దాని జలఉత్పత్తిస్థానం వాతావరణపు మార్పుల వల్లగానీ, భూపృష్ఠపుకదలికలవల్లగానీ ఇంకిపోవచ్చు. వరదలవల్ల ప్రవాహశయ్య మారిపోవచ్చు.

ఒక్కొక్కప్రదేశపు అపరదనచరిత్రలో కొన్నినదులు ఇతరనదులచేత కబళింపబడుతాయి. ఈ ప్రక్రియను *"నదీఅపహరణము" (stream capture or stream piracy)* అంటారు. ఇది కొన్ని ప్రత్యేకపరిస్థితులలో జరుగుతుంది. కోసివేత ఎక్కువగాగల నది దొలుచుకుంటూ వెళ్ళి, అపరదనపరిస్థితులు అనుకూలంగాలేని మరొకనదిని తాకితే ఆ రెండవనదిలోని నీరు పూర్తిగాగానీ, కొంతవరకూగానీ మొదటినదిలోనికి మళ్లుతుంది. శిలావలనములు కలిగిన ప్రదేశాలలో నదీఅపహరణం అధికంగా జరుగుతుంది. వరదమైదానాలలో విస్తృతంగా ఒకనది మెలికలుతిరిగినప్పుడు, ప్రక్కకోతలవల్లనూ, మెలికలు ఖండించుకోవడంవల్లనూ నదీఅపహరణం

జరుగుతుంది. నదికి పైభాగంలో అపహరణం జరిగితే ఆ నదికి *శిరఃఖండనం* *(beheaded)* జరిగింది అంటారు. శిరఃఖండితమైన నదిని *"అపహృతము"* *(misfit)* అంటారు. ఇందులో బహుస్వల్పంగా ప్రవహించే నీటికీ, ఆ నీరు ప్రవహించే లోయకీ ఎక్కడా పోలిక లేకపోవడంచేత దీనికి "మిస్‌ఫిట్" అనే పేరు వచ్చింది. దరీముఖంలో నిర్జలప్రదేశాన్ని *"వాతావకాశం"* (*wind gap*) అంటారు.

మైసూరురాష్ట్రంలోని షారావతీనదికి సంబంధించిన జోగ్ జలపాతం 250 మీ. ఎత్తున ఉంది. నదీఅపహరణంవల్లనే ఈ నీరు లభ్యం అవుతోంది. పడమటి కనుమల పడమటివాలులో పుట్టి అరేబియాసముద్రంలో పడుతున్న వేగవంతమైన ఒకానొక కాన్‌సీక్వెంటు నది ముందుకు వేగంగా కోసుకుంటూవెళ్ళి, తూర్పుగా ప్రవహించి తుంగభద్రలో కలుస్తున్న మైసూరు పీఠభూమిలోని క్రమిక పరిపక్వ అపవాహమును కబళించింది. 25 కి.మీ. పొడవున్న నిట్రమైన గోర్జిముఖందగ్గర జోగ్ జలపాతం ఉన్నది. ఈ గోర్జికి ఇరుపక్కలా ప్రవాహపులోయలు ఉన్నాయి. వీటినుంచి ఉపనదులువచ్చి, చిన్నచిన్న జలపాతములుగా షారావతీ నదిలో పడు తున్నాయి.

హిమాలయాలలోని నదులు చాలాభాగం నదీఅపహరణానికి ఉదాహరణలు. ముఖ్యమైన అనుప్రస్థ (transverse) నదులు వేగంగా విదరకు కోసుకుంటూ వెళ్ళడంగానీ, హిమాలయాల ఉత్తరదిశలో టిబెట్టు డ్రెయినేజి వ్యవస్థకు సంబం ధించిన ద్వితీయక పార్శ్వక నదులను వరుసగా శిరఃఖండనంచేయడంగానీ దీనికి కారణం. భాగీరథి, తదితర గంగ ఉపనదులు, కాశ్మీరంలోని సింధ్‌నది, ఎవరెస్టు ప్రాంతపు అరుణనది నద్యపహరణానికి చక్కని ఉదాహరణలు.

వేగంగా కోయడంవల్లనూ, ఎదురెదురు చరియలమీది పార్శ్వకనదులను అపహరించడంవల్లనూ *ప్రపాతపు లోయలు* ఏర్పడుతాయి. ఇక్కడ పక్కలోయలు గాని, ఉపనదులుగాని ప్రధాన నదికి వందలకొద్దీ మీటర్ల ఎత్తున ఉండి, అందులోకి ప్రవహిస్తూ ఉంటాయి. సిక్కిమ్‌లోని తీస్తానదికి పూర్వం ఉపనదిగా ఉండిన ఒక ఏరు దీనికి చక్కని ఉదాహరణ. 700 మీటర్ల దిగువను ప్రవహిస్తున్న రథోంగ్ చూ నదిలోకి నిట్రమైన సోపానక్రమం (cascade) లో ఈ ఏరు ప్రవహిస్తోంది.

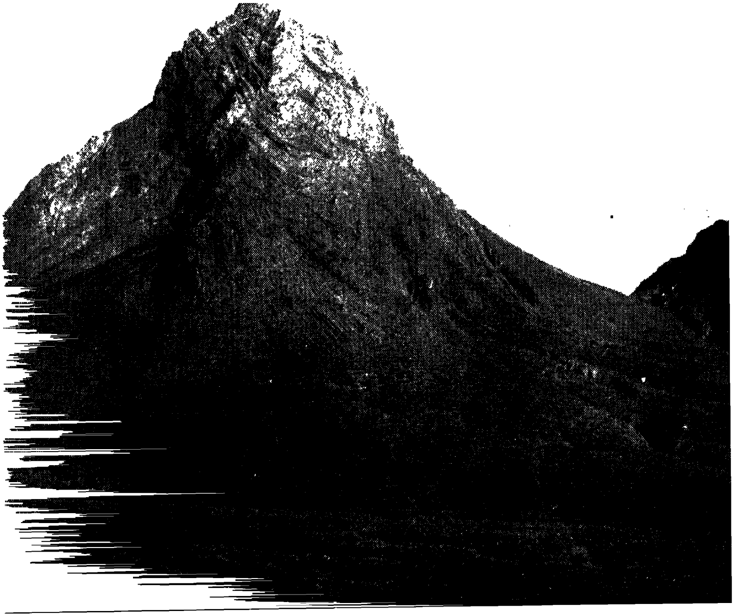
ఒక్కొక్కప్పుడు శయ్య బాగా స్థిరపడ్డాక భూకంపాలవల్లనూ, అగ్నేయశిలా అంతస్సారివ బహిస్సారివములవల్లనూ శయ్య మారడం కద్దు. విచలనశక్తులను కూడా ఎదుర్కొని శయ్య మారకుండా స్థిరంగాఉంటే ఆ నదిని "పూర్వావర్తీనది" (*antecedent river*) అంటారు. నేల వాలుగాఉన్న దిశలో ఎక్కువభేదంలేకుండా ఆ ప్రదేశం లేవనెత్తబడితే ఇటువంటి పూర్వావర్తీనదులు ఏర్పడుతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు అడ్డుగోడ, లేదా ఒక పర్వతపంక్తి పైకిలేస్తున్నప్పటికీ నదిశయ్యను మార్చకుండా ఉండగలగడం బహువిచిత్రమైనది.

హిమాలయప్రాంతంలో అద్భుతమైన పూర్వావర్తీనదులు కనిపిస్తాయి. ఉదాహరణకి సింధునది, దాని ఉపనది అయిన సట్లెజ్, బ్రహ్మపుత్ర ఇటువంటి నదులు టిబెట్టులో అత్యున్నతశిఖరాలకు బాగా ఉత్తరాన ఉద్భవించిన కారణంచేత ఈ నదులు హిమాలయశ్రేణి పుట్టుకపూర్వంనుంచి ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు. కాశ్మీరాన్ని దాటిన తరువాత వంగపర్వతందగ్గర (8737 మీ.) సింధునది డెల్టాకు సుమారు 1000 మీ. ఎత్తున ఉంది. దీని పక్కగోడలు రెండువైపులా బహు నిట్రంగా మెట్లుమెట్లుగా 6600 మీ. పైకి లేచిఉన్నాయి. అంటే పైకి పెరుగుతున్న పర్వతశ్రేణివేగంతో సరిసమానంగా ఈ నది 5600 మీ. లోతుకి రాతిని కోసేసింది అన్నమాట. సింధు సట్లెజ్ నదులు వాయవ్యంగానూ, బ్రహ్మపుత్ర తూర్పుగానూ చాలాదూరాలు ప్రవహించి, చటుక్కున ప్రవాహదిశ పర్వతావరోధముల వైపు మళ్ళి, V-ఆకారపు లోయలకింద కోయబడిన బ్రహ్మాండమైన గోర్జిలలోకి ప్రవహిస్తున్నాయి.

దక్షిణ భారతదేశంలోని కావేరి పూర్వావర్తీనది. ఇది పడమటి కనుమలలో పడమటి అంచున - అరేబియాసముద్రానికి కనుచూపుదూరంలో పుట్టి, ఆ సముద్రంలో వెళ్ళి పడకుండా, ప్రధానపర్వతశ్రేణిని ఖండించి, మైసూరు పీఠభూమి గుండా ప్రవహిస్తోంది. ఈ ప్రాంతంలో విశాలమైన విసర్పణములు (meanders), ఉచ్ఛ్రికములు (rapids), జలపాతములు వగైరా పునర్నవీకరణ (rejuvenation) లక్షణాలు కనిపిస్తాయి. కావేరికి సింష, అర్కావతి అనే ఉపనదులు ఉన్నాయి. అభిశీర్ష అపరదనం (headward erosion) వల్ల వీటికి ప్రపాతపులోయలు, జలపాతాలూ ఏర్పడ్డాయి. ఈ రెండు నదులలోనూకూడా అపయానం (recession) 7 కి.మీ. దాకా ఉంది.

మొట్టమొదట్లో నదులు ఒక ప్రత్యేకసంయోజనము, సంరచనమూ కలిగిన శిలలలో లోయలను కోస్తాయి. తరువాత అపరదనప్రక్రియ కొనసాగి, అడుగున ఉన్న మౌలికశిలలను కోయడం ప్రారంభిస్తాయి. పైన ఉన్న శిలలు లావాపలకలుగానీ, హిమనదీనిక్షేపాలుగానీ, సరోనిక్షేపాలుగానీ, అవసాదీయ స్తరములుగానీ అయిఉండవచ్చు; తదుపరి శిలలకు అడుగున కప్పబడిపోయిన పురాతన భూద్రవ్యం విశిష్టమైన స్థలాకృతిని, శిలాలక్షణాన్ని, సంరచనమునూ కలిగిఉండవచ్చు. పైన ఏర్పడిన కొత్తరచనకీ, అడుగుననున్న పాతరచనకీ చాలా వ్యత్యాసం ఉండవచ్చు. ఉదాహరణకి, నున్నని ఉపరితలం కలిగిన క్షైతిజ స్తరశ్రేణులు ఎత్తుపల్లాలుగాఉన్న ఆగ్నేయశిలలమీదగానీ, ముడతలుపడి వంగిన కాయాంతరితశిలలమీదగానీ ఏర్పడి ఉండవచ్చు. ఆఖరికి పైనున్న రాతిపొరలు అరిగిపోయాక, తీవ్రంగా ముడతలు పడిన అపనతిశిఖరములమీదగానీ, పార్శ్వములమీదగానీ, అడ్డంగా విస్తరించిన కఠినశిలలమీదగానీ ప్రవహిస్తూ ఉండవచ్చు. సాధారణపరిస్థితులలో అయితే ఈ ప్రదేశాలనుంచి నది వైదొలగిపోతుంది. పైనున్న పొరలమీదుగా ప్రవహిస్తున్న నది కోసుకుంటూ లోతుకువెళ్ళి, అట్టడుగు శిలాతలంమీదకూడా తనశయ్యను మార్చకుండా ప్రవహించినట్లైతే దానిని "అధ్యారోపిత నది" (*superimposed stream*) అంటారు. ఇటువంటి నదుల విషయంలో అవి మొదట ప్రవహించిన ప్రదేశంలో పైనున్న శిలలనుబట్టి వాటి శయ్యలు నిర్దిష్టములవుతాయి. సాధారణంగా ఇట్టి అధ్యారోపిత నదీశయ్యలు అట్టడుగుననున్న శిలారచనలతో సంబంధం లేనివిగా ఉంటాయి.

మధ్యప్రదేశ్‌లోని సాగర్ పరిసరప్రాంతపు నదులు అధ్యారోపితమైన డ్రెయినేజికి ఉదాహరణలు. ఈ ప్రదేశంలో అడుగున వింధ్యపర్వతరచనలూ, వాటిమీద దక్కన్‌ట్రాప్ శిలాతలము ఉన్నాయి. తరువాత అపరదనంవల్ల ట్రాప్‌లో చాలా భాగం కోసుకుపోయి, క్షితిజసమాంతరమైన వింధ్యపర్వత స్తరములనుంచి చెక్కబడిన కొండలు, లోయలు బయటపడ్డాయి. లావా పీఠభూమిలో మొట్టమొదట ఉద్భవించిన నదులు తాము ప్రవహించినదారిలో దక్కన్‌ట్రాపుని కోయసాగేయి. బలవత్తరమైన నదులు మరింత లోతుగా కోసి, వింధ్యపర్వతాలలో గోర్జిలను ఏర్పరచాయి. మొట్టమొదట దక్కన్‌ట్రాప్ పీఠభూమిమీద పుట్టిన ప్రస్తుతపు



చిత్రపటము 6—హిమాలయాలలో అభినతిలోనికి వళితమైన చూర్ణశిలా స్తరములచే నిర్మితమైన కొండ

(69-వ పేజీ చూడు)



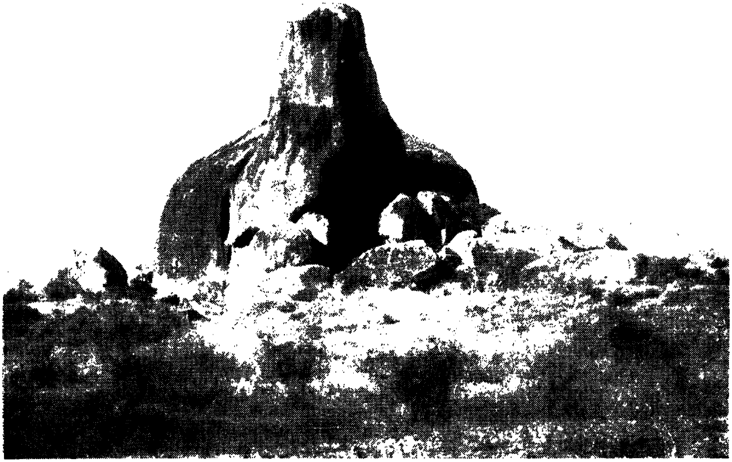
చిత్రపటము 7—హిమాలయాలలోని క్రోతక్షేత్రమునందలి అమితవలనము (70-వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 8—మైసూరురాష్ట్రములోని గ్రనైటులోని సంధులు (70-వ పేజీ చూడు) (ఫొటో : సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)



చిత్రపటము 9—విషమవిన్యాసం: గ్నీసుయొక్క అపరదిత అనియమిత ఉపరితలముమీద నిక్షిప్తమైన చూర్ణశిలాస్తరము (74-వ పేజీ చూడు) (ఫొటో: సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)





చిత్రపటము 10—రాజస్థాన్‌లో గ్రెనైటు శిలానిర్మితమైన నిట్రపుపార్శ్వములుగల వృత్తస్కంధము
(88-వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 11—హిమాలయాలలో నిట్రమైన పార్శ్వములుకలిగి, అడుగున నది ప్రవహిస్తున్న సన్నని గోర్జి
(108-వ పేజీ చూడు) (ఫొటో : ఎస్. సి. అవస్థి)



డ్రెయినేజి, అపరదనంవల్ల ట్రాప్‌శిలలు తొలగిపోగా అడుగునఉన్న వింధ్యాచలం మీద అధ్యారోపితమై, వింధ్యరచనతో సంబంధంలేకుండా ఉంది.

లోయలు ఏర్పడుట లేదా అభివృద్ధి

వర్షపునీరు మంచుకరగగా వచ్చిన నీరు గుంటలలోకివచ్చిచేరి నిలిచి, మిగిలి నది వాగులద్వారా ప్రవహించడం మొదలుపెడుతుంది. ఈ చిన్నవాగులు *గల్లీలను* (*gullies*) కోస్తాయి. క్రమంగా ఇవి మరింత లోతుగా, పొడవుగా, వెడల్పుగా ఏర్పడి లోయలుగా మారుతాయి. మొట్టమొదటిప్రదేశపు వాలునుబట్టి, వర్షపాతాన్ని బట్టి, అపరదనప్రతిరోధకత్వంలో వైవిధ్యంగల శిలాసంరచనలనుబట్టి లోయల ఏర్పాటు నిర్దిష్టమవుతుంది.

ప్రవాహపు అపరదనక్రియవల్ల ఆ నది ప్రవహించే లోయ *లోతుగా* అవుతుంది. ప్రవాహవేగం తగ్గడంచేత క్రమక్రమంగా లోయను లోతుచేసే శక్తి నదికి తగ్గుతుంది. ఆఖరికి ఒకస్థితికి వచ్చాక నది ఇకపైన కోయడం మానివేస్తుంది. లోయలో నది కోయగలిగిన *అట్టడుగు "మట్టము"ను* చరమస్తరం అంటారు. సముద్రతలాన్ని భూమిఅడుగున కాల్పనికంగా పొడిగిస్తే (imaginary extension) వచ్చేదే చరమస్తరం. భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని నదులన్నీ ఇంచుమించు చరమస్తరంవరకూ తమశయ్యలను కోసివేశాయి.

గల్లీలో చివరకు ప్రవహించిన నీరు మళ్ళీ వెనుకకు కోయడం సాగిస్తుంది. ఈ విధమైన *అభిశీర్ష అపరదనం* (*head-ward erosion*) వల్ల లోయ *పొడవు* పెరుగుతుంది. డ్రెయినేజిలో శాశ్వతమైన *విభజన* జరిగినప్పుడు లోయయొక్క దీర్ఘీకరణం ఆగిపోతుంది.

కేవలం నదియొక్క కోతవల్లనే ఏర్పడిన లోయ వెడల్పు నది వెడల్పుకి సరిసమానంగా ఉంటుంది. దీనివల్ల నిట్రమైన గోడలుగల గోర్జి ఏర్పడుతుంది. సముద్రతలంకన్న పైకి లేవనెత్తబడిన పీఠభూములలోనూ, పర్వతప్రదేశాలలోనూ అట్టి లోతైన గోర్జిలు కనబడుతాయి. అక్కడ రసాయన ప్రతిరోధక కఠినశిలలు నదులచేత కోయబడుతాయి. కాని, సాధారణంగా లోయలు అందులో ప్రవహించే నదులకన్న వెడల్పుగా ఉంటాయి. దీనినిబట్టి పూర్వకాలంలో ఆ నది ఇప్పటికన్న

వెడల్పుగా ఉండేదని ఊహించకూడదు. లోయ విశాలంగా అవడానికి అనేక కారణాలు ఉండవచ్చు. వదులు వదులుగా ఉన్న అపక్షయద్రవ్యములు వానవల్ల పార్శ్వములనుంచి లోయలోకి కొట్టుకుపోవచ్చు. దరీపార్శ్వములు మరీ నిట్రంగా ఉంటే భూస్ఖలనములు తరుచు సంభవిస్తాయి. శయ్యలోపడిన ద్రవ్యం నదీప్రవాహంలో కొట్టుకుపోతుంది. లోయప్రక్కలు క్రమంగా మరింత విశాలం అవుతాయి. పైగా, నదులు ఋజురేఖలలో ప్రవహించవు. మెలికలుతిరిగినప్పుడు ప్రవాహం ఒకగట్టును అధికతరవేగంతో ఢీ కొంటుంది. వంపులకు బయటివైపు ఒడ్డులను కోసివేయడంవల్ల దరీతలం వెడల్పు అవుతుంది. ఈ విధంగా పార్శ్వక అపరదనానికీ, తత్కారణంగా లోయ వెడల్పు అవడానికీ నది ఒక కారణం. ఈ ప్రక్రియ కొనసాగి మెలికలు చాలా ఏర్పడుతాయి. వీటిని "విసర్పణములు" (*meanders*) అంటారు. సాపేక్షంగా వేగం తగ్గి, కోయగలిగిన శక్తి తగ్గిన నదులకు క్రమిక ప్రదేశాల (graded planes లో ఈ మెలికలు సాధారణంగా ఉంటాయి. విసర్పణములు క్రమంగా సన్నని కుత్తుకలు కలిగిన "లూపు"ల శ్రేణులుగా (series of loops) ఏర్పడుతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ కుత్తుకలు తెగి, విసర్పణములలో కొంతభాగం అక్స్-బౌ సరస్సు (*oxbow lake*) గా విడిపోతుంది.

లోయలకు సాధారణంగా "ఉపలోయలు" ఉంటాయి. ఈ ఉపలోయలు అనేక చిన్నచిన్న లఘులోయలుగా విడిపోతాయి. ప్రధానలోయనూ, దాని ఉపలోయలనూ కలిపి "*దరీవ్యవస్థ*" (*valley system*) అంటారు. అల్లాగే ప్రధాననది, దాని ఉపనదులూ కలిపి "*నదీవ్యవస్థ*" (*river system*) ఏర్పడుతుంది. ఈ నదీవ్యవస్థకు నీరు, శిలాద్రవ్యమూ లభ్యమయ్యే యావత్తు ప్రదేశాన్నీ దాని డ్రెయినేజి ద్రోణి లేదా *అపవాహ ద్రోణి* (*drainage basin*) అంటారు.

సాధారణంగా ఒక ఉపలోయ (లేదా ఒక ఉపనది) ప్రధానలోయ (లేదా ప్రధాన నది) ఉన్నంత ఎత్తులోనే ఉంటుంది. అటువంటి నదులను, లోయలనూ "*ఎకార్డెంటు*" (*accordant*) నదులు, లోయలు అంటారు. ఈ విధంగా ఉండడానికి కారణం ఏమంటే, ప్రధాననదిమట్టము తగ్గితే ఉపనది వాలు పెరిగి, వేగం అధికమై, ఉపలోయను అధికంగాకోసి ప్రధాననదిమట్టంతో సమానంచేస్తుంది. ఉపనది ఎత్తునుంచి పల్లంలోఉన్న ప్రధానలోయను చేరుకుంటే దానిని "*డిస్కార్డెంట్*"

(*discordant*) అంటారు. హిమనదీ అపరదనంవల్లగానీ, ఇతర కారణాలవల్లగానీ ప్రధానలోయ ప్రక్కలు నిట్రంగా ఏర్పడితే ఈ విధంగా జరుగుతుంది.

లోయలు కొన్ని ప్రత్యేకమైన దశలవారీగా ఏర్పడుతాయి. ఆ దశలకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలు ఉంటాయి. వాటి జీవితచక్రంలో బాల్య, యౌవన, వార్ధక్య దశలు ఉంటాయి. *బాల్యదశలో ఉన్న లోయ* సన్నంగా, నిట్రమైన ప్రక్కలతో, స్వల్పసంఖ్యలో ఉపలోయలు కలిగిఉంటుంది. వాటి అడ్డకోత (cross section) V-ఆకారంలో ఉంటుంది. నదీవేగం అధికంగా ఉంటుంది. *యౌవనదశలో ఉన్న లోయ* అంతకన్న వెడల్పుగానూ, ప్రక్కలు అంతకన్న తక్కువ నిట్రంగానూ, లోతు ఇంకా ఎక్కువగానూ ఉంటుంది. దీనికి ఉపనదులు పెద్దవిగానూ, అధికసంఖ్యలోనూ ఉంటాయి. *వార్ధక్యదశలో ఉన్న లోయకి* ప్రక్కలు వాలుగా ఉంటాయి. యౌవనదశలోకన్న తక్కువసంఖ్యలో ఉపలోయలు ఉంటాయి. లోతు తక్కువగా, వెడల్పు ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇంచుమించు సమతలంగా ఉండే వరదమైదానంలో నది వంపులుతిరుగుతూ వినర్పణములను ఏర్పరుస్తుంది.

నదియొక్క ప్రొఫైలు

నదీముఖంనుంచి ఉత్పత్తిస్థానంవరకూ నదిమీది ఎత్తుప్రదేశాలనన్నింటినీ కలిపే రేఖని ఆ నదియొక్క "ప్రొఫైలు" (profile) అంటారు. ఈ ప్రొఫైల్ సముద్రతలందగ్గర బయలుదేరి పైకి లేస్తుంది. యౌవనంలోఉన్న నదియొక్క ప్రొఫైలు క్రమవిహీనంగా ఉంటుంది. దానికి కారణం మొట్టమొదటి ప్రదేశం ఎత్తుపల్లాలుగా ఉండడమే. భూ చలనములుగానీ, శీతోష్ణస్థితులలో మార్పులుగానీ, సముద్రతలంలో మార్పులుగానీ లేకపోతే కాలం గడిచినకొద్దీ నది ప్రొఫైలు నున్నని వక్రరేఖగా ఉంటుంది. ఈ రేఖయొక్క అవతలం (concave surface) ఆకాశంవైపు తిరిగిఉంటుంది. ముఖందగ్గర బల్లపరుపుగానూ, ఉత్పత్తిస్థానందగ్గర నిట్రంగానూ ఉంటుంది. అటువంటి 'ప్రొఫైలు' కలిగిన నదిని *క్రమిక నది* అంటారు.

అపరదన చక్రం

క్రొత్తభూభాగాన్ని చరమస్తరంవరకూ అరుగదీసివేయడానికి నదికి పట్టే కాలాన్ని *అపరదనచక్రం* (*cycle of erosion*) అంటారు. అపరదనచక్రపు వేరువేరు

స్థితులలో అభివృద్ధిఅయిన స్థలాకృతిని "భూ ఆకృతీ చక్రం" (*geomorphic cycle*) అంటారు.

నదులు, వాటి ఉపనదులు కలిపి డ్రెయినేజి వ్యవస్థ లేదా నదీవ్యవస్థ అనబడు తుంది. ఇదివరలో బాల్య యౌవన వార్ధక్యదశలు నదుల విషయంలో వివరించాం. ఇట్టి దశలనే స్థలాకృతిపరిణామవిషయంలోకూడా ఉపయోగిస్తారు. స్థలాకృతి మొట్టమొదట బాల్యావస్థలోనూ (*infancy*), తరువాత యౌవనావస్థలోనూ (*youthful*), ఆ తరువాత కౌమారావస్థ (*maturity*) లోనూ; హెచ్చుతగ్గులు తగ్గి చరమ స్తరం చేరుకుంటున్నప్పుడు వార్ధక్యదశ (*old age*) లోనూ స్థలాకృతి ఉన్న దనవచ్చు.

బాల్యావస్థ : అపరదనచక్రంలో ఇది మొట్టమొదటి అవస్థ. కొద్ది వాగులు లేదా నదులు మాత్రమే ఏర్పడుతాయి. అవిలోగల నేలవాలునుబట్టి పల్లంలోకి ప్రవ హిస్తాయి. ఇవి ముఖ్యంగా కాన్‌సీక్వెంటు నదులు. ఉపనదుల సంఖ్య స్వల్పంగా ఉండడం వీటి లక్షణం. బాల్యావస్థలో నదీ-అపరదనం తక్కువగానూ, ఫలకాపర దనం అత్యధికంగానూ ఉంటుంది.

యౌవనదశ : ఎక్కువ వాలుగా, నిట్రమైన ప్రక్కలు గలిగిన కేన్యానులలో (canyons), గోర్జిలలో, V - ఆకృతికల లోయలలో ప్రవహించే నదుల సంఖ్య బహుస్వల్పం. ఉచ్ఛలికములు, జలపాతములు అధికంగా ఉంటాయి. సరస్సులు, చిత్తడినేలలూకూడా ఎక్కువే. నదులు ముఖ్యంగా తమ లోయలను మరింత లోతుగా చేస్తాయి. ఈ అవస్థలో లోయల తలములూ, చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలూ చరమ స్తరానికి బాగా పైన ఉంటాయి.

కేన్యానులు, గోర్జిలు అనేవి చరియలు నిట్రంగాఉన్న లోయలకు పేర్లు (*11 వ చిత్రపటము*). అమెరికాలోని కొలరాడోలోగల కేన్యానులు జగత్ప్రసిద్ధమైనవి. అపక్షయ ప్రక్రియచరియలను నునుపుచేయడంకన్న అధికవేగంతో నదులు క్రిందికి కోసివేయడంవలన కేన్యానులు ఏర్పడుతాయి. సాధారణంగా రసాయనాప రదన ప్రతిరోధకమైన క్వార్ట్‌జైటువంటి శిలలచే కేన్యానుల గోడలు నిర్మితమై ఉంటాయి. భ్రంశములు, సంధులు నదుల కోతకు సహకరించి, గోడలను

నిట్రంగా ఉందేటట్లు చేస్తాయి. జలపాతం త్వరితంగా వెనుక తగ్గడంవల్ల గోర్జి ఏర్పడుతుంది. పడమటి కనుమల అంచున మహాబలేశ్వరానికి ఈశాన్యంగా కృష్ణానదీముఖందగ్గర చాలా చక్కని కేన్యానులు ఉన్నాయి. ఇక్కడి శిలలు ఇంచుమించు క్షితిజసమాంతరంగా ఉన్న దక్కన్‌ట్రాప్ బసాల్టిక్ లావా స్తరములు. ఇవి సుమారు 700 మీ. లోతుకి నిట్రంగా కోయబడ్డాయి.

హిందూకుష్ పర్వతాలలో ఓక్సస్‌కి ఉపనదివల్ల సుమారు 2 కి. మీ. పొడవున అహూనిట్రమైన గోర్జి ఒకటి కోయబడింది. నది పైభాగంలో అపరదనక్రియ ఎంత తీవ్రంగా ఉంటుందో ఈ విషయం నిరూపిస్తుంది.

జలపాతాలూ, ఉచ్ఛలికములూ పీఠభూములలోనూ, పర్వతప్రాంతాలలోనూ సాధారణంగా కనిపిస్తాయి. లోయను లోతుచేస్తున్న నదికి అడ్డుగా ప్రతిరోధకశిల గానీ, భ్రంశపరిణామంబంగానీ వస్తే ఏర్పడే నిట్రమైన భృగువు (క్లిఫ్) మీదుగా ఆ నది ప్రవహించినప్పుడు జలపాతం ఏర్పడుతుంది (*12 వ చిత్రపటం*). ప్రపాతపులోయలవల్ల కూడా జలపాతాలు ఏర్పడుతాయి. లావా స్తరములవల్ల ఏర్పడ్డ పీఠభూమిని కోసుకుంటూ నది ప్రవహిస్తేకూడా జలపాతాలు ఏర్పడుతాయి. జలపాతాలు ఎత్తులోనూ, ఆకారంలోనూ, జలఆయతనంలోనూ భేదాలు కలిగి ఉంటాయి. బలహీనమైన స్తరములమీద కఠినశిలా స్తరము క్షితిజసమాంతరంగా గానీ,కొంచెం వాలుగాగానీ ఉంటే మెత్తని స్తరములయొక్క నిఘర్షణ(scouring) వల్ల క్రుంగడం, ఉపయానము సిద్ధిస్తాయి.

వాలు ఎక్కువగాఉన్న నదులమీద జలపాతముల అపయానం (recession) వల్ల తరుచుగా *ఉచ్ఛలికములు* ఏర్పడుతాయి. కఠినత్వంలో భేదములు కలిగిన రాళ్ళను ప్రవాహములు అపరదనం చేయడంవల్లకూడా ఇవి ఏర్పడుతాయి.

పరిపక్వ స్థలాకృతి (*mature topography*) : పరిపక్వమైన స్థలాకృతిలో డ్రెయినేజి చక్కగా అభివృద్ధి అయిఉంటుంది. స్థిరీకృతమైన ఉపనదులు కలిగిన నదులు అధికంగా ఉంటాయి. ప్రముఖమైన నదులు తమ తమ లోయలను చరమ స్తరంవరకూ కోసిఉంటాయి. సరస్సులు, జలపాతములు, ఉచ్ఛలికములు స్వల్పంగా ఉంటాయి. కొండలు, రిడ్జిలు ఎత్తు తక్కువగానూ, వాలు తక్కువ

గానూ ఉంటాయి. ఉచ్ఛ్రితపుమోటుదనం (roughness of relief) మొత్తం చక్రం అంతటిలోనూ అత్యధికంగా ఉంటుంది.

గ్రెనైటులు, గ్నీసులవంటి సమజాతీయశిలలలోగానీ, క్షైతిజ స్తరములుగాఉన్న అవసాదీయశిలలలోగానీ ఏర్పడ్డ పరిపక్వస్థలాకృతిని అక్కడి కొండలయొక్క, లోయలయొక్క నున్నని వంపులవల్ల గుర్తించవచ్చు. శిలాసంయోజనంలో ఏకసమానత్వంవల్లనూ, ప్రస్ఫుటమైన సంరచనాత్మకప్రవృత్తి లేకపోవడంవల్లనూ వృక్షాభమైన డ్రెయినేజ్ పేటర్న్ అభివృద్ధి అవుతుంది. ఏకసమంగానూ వేగంగానూ సమజాతీయశిలలను అపరదనంచేసే డ్రెయినేజ్ పేటర్న్ ఇది.

వళితశిలలమీద అభివృద్ధిచెందిన పరిపక్వస్థలాకృతిలో డ్రెయినేజ్ పేటర్న్ సమకోణీయంగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం ఉపనదులు పెద్దనదిని సమకోణంలో కలియడమే. ఉపనదులలో కలిసే ఉపనదులుకూడా సమకోణంగానే వచ్చిచేరుతాయి. వీటివల్ల 'ట్రెల్లిస్ డ్రెయినేజ్ పేటర్న్' ఏర్పడుతుంది. ముడుతలుపడ్డ పర్వత ప్రాంతాలలోనూ, ఆఖరికి మైదానాలలోనూ, పీఠభూములలోనూకూడా అవసాదీయ శిలల బహుళాపరదనంవల్ల సన్నగానూ, పొడుగ్గానూ ఉండే రిడ్జిలు ఏర్పడుతాయి. వీటిని "కుయెస్టాలు" (*cuestas*) అనిగానీ, "హాగ్ బేక్స్" (*hogbacks*) అనిగానీ అంటారు. తక్కువ నతిగల శిలలలో కుయెస్టాలు ఏర్పడుతాయి. వీటి అడ్డకోత అసౌష్ఠవం (unsymmetrical) గా ఉంటుంది. హాగ్‌బేక్స్ ఎక్కువ నతిగల శిలల మీద ఏర్పడుతాయి. వీటి అడ్డకోత సౌష్ఠవంగా ఉంటుంది. ఇంచుమించు పరిభ్రమణ లంబములతో సమానమైన వాలుకలిగిన "డిప్‌స్లోపు" గల రిడ్జిలుగా హాగ్‌బేక్స్ ఏర్పడుతాయి. క్షైతిజ స్తరములలో కుయెస్టా "మీసా" (*mesa* అంటే బల్ల అని అర్థం) లా ఏర్పడుతుంది. శిఖరంమీద ప్రతిరోధక స్తరముకలిగి, చుట్టూ చరియలు నిట్టంగాఉన్న ఉచ్ఛసమభూమి (table land) ఇది (*13 వ చిత్రపటం*). చరియలు అరిగిపోవడంవల్ల మీసా క్రమంగా చదునైన శిఖరంగల ఏకాంతమైన పర్వతంగా మారుతుంది. దీనిని "*బుటే*" (*butte*) అంటారు.

\ *వృద్ధస్థలాకృతి* (*old topography*)*:* వృద్ధస్థలాకృతిలో ప్రముఖనదులన్నీ క్రమికములై, వరదమైదానాలలో వంకరటింకరగా నెమ్మదిగా ప్రవహిస్తాయి. వాటికి సంవహనశక్తి తక్కువగా ఉంటుంది. నదులసంఖ్య తక్కువగా ఉంటుంది.

విశాలమైన లోతు తక్కువగానుండే లోయలలో ప్రవహిస్తాయి. విభాజకములు (divides) లోతుగానూ, సన్నంగానూ ఉంటాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు పార్శ్వపరదనంవల్ల ఇవి పూర్తిగా తొలగింపబడుతాయి. గోర్జిలు, జలపాతాలూ ఉండవు. ఎద్దుమెడపట్టెడ (ఆక్స్-బౌ) U-ఆకారంలో సరస్సులుంటాయి. అస్ఫుటస్థలాకృతి కొంచెం వాలుగాగానీ, చదునుగాగానీ ఉంటుంది. నదులు నేలను చరమస్తరంవరకూ అరుగదీసిఉంటాయి. అక్కడక్కడ అపరదనావశేషాలు స్వల్పంగా మిగిలిఉంటాయి.

సామాన్యమైన అపరదనచక్రంలో ఆఖరిమెట్టు ప్రాయమైదానం (అంటే ఇంచుమించు సమభూమి అని అర్థం). ఈ స్థితిలో "రిలీఫ్" (ఉన్నతి) చాలా తక్కువగా, ఇంచుమించు చరమస్తరంవరకూ అరిగిపోయిఉంటుంది. ప్రాయమైదానాలు, ఉపరితలములు ఆసాంతం చదునుగా ఉండవు. కొద్దిగా వాలుకలిగి, "మోనేడ్నాక్"లు అనబడే చిన్నచిన్న కొండలను కలిగిఉంటాయి. అవి అపరదన అవశేషాలు. అవి ఇంకా నిలిచిఉండడానికి కారణం వాటి శిలలు చాలా గట్టిగా ఉండడమే. ప్రాయమైదానాల తయారీలో మొట్టమొదట మెత్తనిరాళ్లు తొలగింపబడుతాయి. ప్రతిరోధకశిలలు రిడ్జిలుగా, చిన్నకొండలుగా, దిబ్బలలా మిగిలిపోతాయి. ఆఖరికి అన్నిరకాల శిలలూ వాలుగా అరుగదీయబడతాయి.

అపరదనచక్రం అనే భావాన్నీ, దానిని బాల్య, యౌవన, వార్ధక్యదశలుగా విడదీయవచ్చుననే భావాన్నీ సుమారు 60 ఏళ్ళకు పూర్వం డబ్ల్యు. యమ్. డేవిస్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు భూఆకృతీ తత్త్వశాస్త్రంలో ప్రవేశపెట్టేడు. కొండచరియల వాలు తగ్గడమూ, దానితోబాటు విభాజకములు, పర్వతావశేషాలూ అరిగిపోవడమూ అనే భావాలు స్ఫురింపజేసే ప్రాయమైదానశబ్దాన్ని ఆయనే సృష్టించాడు. కొండచరియల వాలు తగ్గి తగ్గి ఆ శిలకు విశిష్టమైన ఒకానొక కోణంవరకూ వచ్చాక ఇంక వాలు తగ్గదనీ, వాలు తగ్గకుండానే సమాంతరంగా అరిగి వెనుకకు జరుగుతుందనీ 1924 లో పెన్క్ (Penck) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రతిపాదించాడు. ఈ అభిప్రాయం అల్పజలక, అర్ధమష్క (semi-arid) ప్రదేశాలలోనూ కొండల వాలుకి వర్తిస్తుందే కాని, తేమప్రదేశాలలోని మట్టికప్పిన కొండవాలులకి ఇది వర్తించదనీ తరువాత డేవిస్ నిర్ధారణచేశాడు. దీనినుంచే "అల్పజలక అపరదనచక్రం"

(cycle of arid erosion) అనే భావం ఉత్పన్నమైంది. దీనిప్రకారం అర్ధశుష్క ప్రదేశాలలో "పెడిమెంట్" (*పైలపదం*) అనబడే వాలుప్రదేశం ప్రముఖమైన వాలులకు ఎదురుగా మిగిలిపోతుంది. దీనికి కారణం అవి సమాంతరంగా జరగడమే. చుట్టుపక్కలనున్న పెడిమెంట్లు వివిధదశలనుంచి దగ్గర దగ్గరగా వచ్చి కలుసుకుని, *పెడిమైదానం* (*pediplain*) ఏర్పడుతుంది.

అవరోధిత అపరదనచక్రం (*Interrupted cycle of erosion*) : ప్రాయమైదానంగా అంతమయ్యే సామాన్య అపరదనచక్రం ఇతర ప్రక్రియలవల్ల మధ్యలోనే అవరోధింపబడవచ్చు. నిజానికి పూర్తిఅయిన చక్రములకన్న అవరోధితచక్రములే అధికం. అట్టి అవరోధానికి ఒక ముఖ్యకారణం పటలవిరూపణంవల్ల భూమి యొక్క మట్టము మారడం. నేలపైకి లేస్తే ప్రవాహవేగం పెరుగుతుంది. అట్టి నదులు లోయలను మరింత లోతుగా కోస్తాయి. ఈ విధంగా విశాలమైన పాత లోయలలో కొత్తలోయలు ఏర్పడుతాయి. కొత్త అపరదనచక్రం మొదలు అవుతుంది. యౌవనదశ పునఃప్రారంభం కావడంచేత అటువంటి నదులనూ, అట్టి స్థలాకృతినీ "*పునర్నవీకృతములు*" (*rejuvenated*) అంటారు. అట్టి పరిస్థితులలో చరమస్తరం దిగువకు జరుగుతుంది. అపరదనంవల్ల జరుగవలసిన పని పెరుగుతుంది. నది కొత్తశక్తిని పుంజుకొని, తన ప్రొఫైలును కొత్త చరమస్తరం వరకూ పునఃశ్రేణీకరణం (Regradation) చేస్తుంది. ఈ ప్రక్రియలో కొత్త ప్రొఫైలుకీ, పాత ప్రొఫైలుకీ మధ్య వాలులో మార్పు వస్తుంది. ఈ రెండు ప్రొఫైలుల ఖండనబిందువును "*నిక్-బిందువు*" (*knick-point*) అంటారు.

వంపులు తిరిగిన నది పునర్నవీకృతం అయినప్పుడు ఆ నది పాతలోయలోనే వంకర టింకర శయ్యను మార్చకుండానే కొత్తలోయను కోస్తుంది. అట్టి వినర్పణములను "*కృత్తవినర్పణములు*" (*incised or entrenched meanders*) అంటారు. ఏకసమంగా పైకిలేవడంవల్లగానీ, వాలువల్లగానీ, ఉత్సమావలనంవల్లగానీ, భ్రంశంవల్లగానీ పునర్నవీకరణం జరుగుతుంది. అంతకుముందే వరదమైదానాన్ని తయారుచేసుకున్న నది పునర్నవీకృతం అయితే ఆ నది తన వరదమైదానంలో క్రిందనున్న శిలలలోకి కోసేస్తుంది. ఈ కొత్తశయ్యకి ఇరుపక్కలా ఎత్తుగా చదునుగా పాతశయ్య వేదికలుగా మిగిలిపోతుంది. తరువాత కొత్తలోయ విశాలమై,



చిత్రపటము 12—మైసూరు రాష్ట్రం లోని షారావతీనదియొక్క జోగ్ జలపాతము. నిట్టనిలువు పతనము సుమారు 250 మీటర్లు. జలపతనమైనచోట లోతైన సరస్సు ఏర్పడింది.

(109 వ పేజీ చూడు)

(ఫోటో: సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)

చిత్రపటము 13—మీసా: చదునైన శిఖరం ఉండడం ఈ కొండ ప్రత్యేకత. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని ముద్దనూరు.

(110 వ పేజీ చూడు)

(ఫోటో: ఆర్. వైద్యనాథన్)





చిత్రపటము 14—కాశ్మీరులో సింధునదీతటములమీదనున్న నదీవేదికలు. (113 వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 15—మైసూరు రాష్ట్రంలోని శివసముద్రంవద్ద కావేరీ జలపాతం (సుమారు 100 మీ.)
(118 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో : సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)



మొదటి వరదమైదానంలో కొత్తమైదానం ఏర్పడుతుంది. తరువాత మరోసారి పునర్నవీకరణం జరిగితే మరొకజత వేదికలు లోయ కిరుప్రక్కలా ఏర్పడుతాయి. ఒక్కొక్క నదీవేదికాశ్రేణి ఒక్కొక్క పునర్నవీకరణం జరిగినట్లూ, లోయ లోతైనట్లూ, తరువాత చరమస్తరం పైకి పెరిగి లోయ వెడల్పు అయినట్లూ తెలుపుతుంది (*14 వ చిత్రపటం*).

నేల క్రుంగడంవల్ల సామాన్యాపరదనచక్రం అవరోధితమవుతుంది. అధః సమావలనంవల్ల నదియొక్క అపరదనశక్తి తగ్గి, వృద్ధాప్యం త్వరగా సంక్రమిస్తుంది. తీరప్రాంతం క్రుంగినప్పుడు పోటునీటివల్ల దిగువనున్న లోయలూ, అక్కడి ప్రవాహాలూ వరదలో మునిగిపోతాయి. అవి "*నిమజ్జితములు*" (*drowned*) అయాయి అంటారు. ఈ విధంగా నిమజ్జితమైన లోయ "*ఎస్చువరీ*" (*estuary*) (సముద్రంలోకలిసే ప్రాంతం) అవుతుంది. ముఖ్యనదిలోపడే పూర్వపు ఉపనదులు కొత్తశయ్యలలో సముద్రాన్ని చేరుకుంటాయి. ఈ ఉపనదులను "*విచ్ఛిన్ననదులు*" (*dismembered streams*) అంటారు.

హిమనదీకరణంవల్లకూడా సామాన్యాపరదనచక్రం అవరోధితం కావచ్చు. ఇందువల్ల అపరదనచరిత్రలో బాగా పురోగమించిన స్థలాకృతిమీద యౌవనదశలో ఉన్న స్థలాకృతీలక్షణాలు ముద్రితమై కవిపిస్తాయి.

విపరీతమైన లావా బహిస్స్రావాలు ఒక్కొక్కప్పుడు పురాతన అపరదిత ప్రదేశాన్ని నదీశయావ్యవస్థతోసహా కప్పివేసినప్పుడు, సరికొత్తనదులు లావా క్షేత్రంమీద ఏర్పడుతాయి.

నదీ నిక్షేపణం

నదీప్రవాహం బరువును మోసుకువెళ్ళడానికి అనువైన పరిస్థితులు, ఆ బరువును నిక్షేపించడానికి అవసరమైన పరిస్థితులకు సరిగ్గా వ్యతిరేకం. కనుక, వాలుగానీ, ఆయతనంగానీ, వేగంగానీ తక్కువకావడంవల్ల నిక్షేపణం (deposition) జరుగుతుంది. వాలు అధికంగాఉన్న ప్రదేశంనుంచి వాలు తక్కువగాఉన్న ప్రదేశంలోకి నది ప్రవహించినప్పుడు వేగం తగ్గి నిక్షేపం *జలోఢచామరం (alluvial fan)* లాగ విస్తరిస్తుంది. దరీముఖంవద్గర నిక్షేపణం అత్యధికంగా జరిగి దాని మూసుకు

పోవడంచేత విసనకర్రలా నిక్షేపం విస్తరిస్తుంది. ఈ విధంగా నదీశాఖలు ఏర్పడి, వాటి దారి మళ్ళీ మూతపడుతుంది. ఇదేపరిస్థితి చాలాసార్లు ఏర్పడి నది శాఖోప శాఖలుగా చీలుతుంది. లోయ భారంచేత మూసుకుపోయినప్పుడు నదీప్రవాహం వివిధశాఖలలో సర్దుకుంటుంది. శాఖలుగా విడిపోవడమూ, మళ్ళీ కొంతదూరంవెళ్ళి కలుసుకోవడమూ, మధ్యలో ఇసుక, రాళ్లు వగైరాలు దీవులలాగ వదిలివేయడమూ వంటి వ్యవస్థను *"జడఅల్లిక నది" (Braided stream)* అంటారు. గంగానదీ ముఖంవద్ద చాలాదూరం ఇటువంటి జడఅల్లిక కనిపిస్తుంది.

వరదమైదానాలు : వంకరటింకరగా ప్రవహించే నదులు చదునుగాఉన్న లోయలలో ఒండ్రును నిక్షేపించడంవల్ల రిలీఫ్ తక్కువగాఉండే వరదమైదానాలు ఏర్పడుతాయి. వరదరోజులలో ఈ మైదానాలు నీటిలో మునిగిపోవడంచేత వీటికి ఈ పేరు వచ్చింది. విసర్పణములవల్ల దరీతలం విశాలమై, "జారుడువాలులు" (slip-off slopes) చదునుగా అవుతాయి. వరదమైదానాలమీద పలుచగా బురద, ఒండ్రు, దానిక్రింద ఇసుక, గులకరాళ్లు, ఆ క్రింద ఆధారశైలము ఉంటాయి. జడఅల్లిక నదులు ముతకగా, చక్కగా నిక్షేపిస్తాయి. చక్కని జలోఢనిక్షేపాలు పర్వతశ్రేణులముందర ఆధారశైలపు గుంటలలో నిండి కనిపిస్తాయి.

దగ్గరదగ్గరగా ప్రవహిస్తున్న వాగులు కొండప్రదేశంనుంచి *పీడ్‌మాంట్* (గిరిపదందగ్గరఉన్న నిమ్నప్రదేశం) మీదికి నిక్షేపించినప్పుడు, వాటి నిక్షేపాలు కలుసుకుని గిరిపద జలోఢమైదానం ఏర్పడుతుంది. సింధునదీ డెల్టానుంచి గంగా-బ్రహ్మపుత్రానదుల డెల్టావరకూ విస్తరించిఉన్న గంగాసింధుమైదానం ఈ విధంగా ఏర్పడి బండరాళ్ళతో, గులకరాళ్ళతో, ఇసుకతో, ఒండ్రుతో, బురదతో పొరలు పొరలుగా ఏర్పడ్డదే. తృతీయమహాయుగంలో దీని తలం సుమారు రెండు మూడు వేల మీటర్ల లోతుకి దిగబడిపోయినప్పటికీ, ఈ గుంట హిమాలయాలనుంచి వచ్చి పడుతున్న నదుల జలోఢంలో నిండిపోయింది.

చాలాభాగం నదుల అంతిమస్థానం సముద్రమే. అట్టి నదులు మోసుకువస్తున్న బరువులో చాలాభాగం వాటి ముఖములవద్ద విక్షిప్తం అవుతుంది. ఈ అవసాదాలు చదునుగా, అర్ధనిమజ్జితమైన విసనకర్ర ఆకారంలో సంచితం అవుతాయి. దీనిని "డెల్టా" అంటారు. సుమారుగా త్రిభుజాకారంలోఉన్న నైలునదీముఖప్రదేశాన్ని

మొదట్లో డెల్టా అనేవారు. ఇది గ్రీకు లిపిలోని డెల్టా (△) అనే అక్షరాన్ని పోలి ఉండడమే దీనికి కారణం. అవసాదాలు నిక్షిప్తంఅయ్యే రేటు, తరంగాలవల్లనూ, ప్రవాహాలవల్లనూ ఆ నిక్షేపాలు కొట్టుకుపోయే రేటుకన్న అధికంగా ఉంటేనే డెల్టా ఏర్పడుతుంది. పరిభ్రమిస్తూ మరింత మరింత విస్తృతతరం అవుతూఉండే శాఖా వ్యవస్థయే డెల్టాయొక్క సామాన్యలక్షణం. కనుక డెల్టాను నిర్మించే నదికి బహుముఖములు ఉంటాయి.

అవసాదములువచ్చి సంచితం అవుతూఉంటే ప్రపంచంలోని పెద్దపెద్ద డెల్టాలు అన్నీ క్రమంగా కిందికి దిగబడుతున్నాయి. కుంగే రేటుకన్న సంచితమయే రేటు అధికంగా ఉన్నప్పుడే ప్రకారాత్మకమైన (typical) డెల్టాలు ఏర్పడుతాయి. సింధు, గంగ, బ్రహ్మపుత్రానదుల డెల్టాలు కిందికి దిగబడుతున్నాయన్నది తెలిసిన విషయమే. గంగానదీ డెల్టా అనేకవందల మీటర్లు కిందికి దిగబడినప్పటికీ ఈ నది విపులమైన డెల్టాను నిర్మించింది. రాజ్‌మహల్‌కి దిగువన గౌర్ అనే పురాతన శిథిలపట్టణానికి దగ్గరలో డెల్టాభాగం మొదలు అవుతుంది. ఇక్కడే భాగీరథి అనే శాఖ ప్రధాన నదినుంచి విడిపోతుంది. దీనినే దిగువన హుగ్లీనది అంటారు. ఈ శాఖలు మళ్ళీ తమ తమ డెల్టాలను ఏర్పరచుకుంటాయి. ఈ విధంగా గంగా డెల్టా ఏర్పడింది. రాజమహల్‌నుంచి గౌర్ పర్వతాలకు నైఋతిమూలకు గీసిన రేఖకు దక్షిణంగాఉన్న గంగా - బ్రహ్మపుత్రా డెల్టా వైశాల్యం 1,86,500 చ.కి.మీ. వరకూ ఉంటుంది. కలకత్తాలో ఫోర్ట్ విలియందగ్గర 160 మీ. లోతుకి బోరింగు వేసి తవ్వినప్పటికీ రాయి అందలేదు.

భారతదేశపు నదులు

భారతదేశంలోని నదులను హిమాలయనదులు, ద్వీపకల్పీయనదులు అని రెండు ముఖ్యభాగాలుగా విడదీయవచ్చును. తీరప్రాంతాలలో చిన్నచిన్న నదుల ప్రాముఖ్యం తక్కువ. వాటి స్రవణక్షేత్రాలు (catchment areas) చిన్నవి కొన్ని స్వల్పాయు (ephemeral) నదులు - అంతర్గతమైన డ్రెయినేజి ద్రోణులు కలవి - ఉప్పునీటి సరస్సులలోకిగాని, ప్లాయాద్రోణులలోకిగాని ప్రవహిస్తున్నాయి. హిమాలయాలలో పుట్టిన నదులు హిమప్రవర్ధకాలు కనుక ఏడాదిపొడుగునా ప్రవహిస్తూఉంటాయి.

ద్వీపకల్పీయనదులు వర్షంమీద ఆధారపడినవి కనుక, వాటి జలఆయతనం ఏడాదిలో అత్యధికంగా హెచ్చుతగ్గులు కలిగి ఉంటుంది.

హిమాలయ నదులు: మానససరోవరానికి 100 కి.మీ. ఉత్తరంగా ఉన్న సెన్‌గే ఖబాబ్ స్రోతస్సులలో *సింధునది* ఉద్భవించింది. అక్కడినుంచి వాయవ్యంగా 250 కి.మీ. టిబెట్టులో ప్రవహించి, తరువాత కాశ్మీరులో ప్రవేశిస్తుంది. అక్కడి నుంచి 550 కి.మీ. వాయవ్యంగా హరమోష్ శిఖర (7397 మీ.) పాదంవరకూ ప్రవహిస్తుంది. అక్కడ చటుక్కున దక్షిణానికి మళ్ళి, లడఖ్ రేంజిలో 5200 మీ. లోతున బ్రహ్మాండమైన గోర్జిని బున్జివద్ద కోసి, కాశ్మీరులో 90 కి.మీ. ప్రవహించి, పాకిస్తాన్‌లో ప్రవేశిస్తుంది. గంగాసింధుమైదానంలోని పంజాబుభాగం ముఖ్యంగా సట్లెజ్, బియాస్, రావి అనే సింధునదీ ఉపనదుల ఉన్నతీకరణక్రియవల్ల ఏర్పడినదే.

గంగానది కి ప్రముఖమైన శీర్షజలస్థానం (Head water) అయిన భాగీరథి యొక్క ఉత్పత్తిస్థానం గోముఖం అనబడే ఒక హిమగుహ. అక్కడినుంచి పశ్చిమంగా 30 కి. మీ. ప్రవహించి, దక్షిణంగా మళ్ళి, మహాహిమాలయంలో లోతైన లోయనుకోసి, మరొక 140 కి.మీ. చిన్న హిమాలయంగుండా ప్రవహించి, దేవప్రయాగవద్ద అలక్‌నంద అనబడే ముఖ్యమైన ఉపనదిని చేర్చుకుంటుంది. బదరీనాథ్‌కి సరిగ్గా వెనుక ఒక హిమనదిలో అలక్‌నంద ఉద్భవించి, ఒక ఎవలాంచి (హిమానీ) అడ్డువచ్చేవరకూ ఎదరకు సాగుతుంది. అక్కడినుంచి మంచుకింద కొంతదూరం ప్రవహించి, బయటికివచ్చి వివర్తనిక (tectonic) పర్వతశ్రేణులగుండా లోయనుకోస్తూ ప్రవహిస్తుంది. రుద్రప్రయాగదగ్గర ఈ నది దక్షిణవాహిని అయిన మందాకినితో కలుస్తుంది. కేదారనాథ శిఖరంనుంచి కిందికి దిగే ఘోరాబారీ అనబడే హిమనదీజలములచేత ఈ మందాకిని పరిపోషితమవుతోంది. రెండిటి లోయలూ V - ఆకారంలోఉండి యౌవనదశను సూచిస్తున్నాయి. ఈ లోయల చరియలు నిజంగా విశాలమైన వేదికలు. ఈ రెండునదులూ కలిసి *గంగ* అనే పేరుతో పిలువబడుతున్నాయి. దక్షిణంగా 70 కి.మీ. ప్రవహించి, సివాలిక్కులను కోసుకుంటూ గంగానది హరిద్వార్‌దగ్గర మైదానంలో ప్రవేశిస్తుంది. అటుతరువాత గంగ 1200 కి.మీ. దూరం తూర్పుగా మైదానంలో ప్రవహించి,

దక్షిణానికి మళ్ళి, రాజమహల్ కొండల తూర్పు పార్శ్వాన్ని ఒరుస్తుంది. ఇక్కడ రెండు శాఖలుగా చీలుతుంది. ఒకశాఖ తూర్పుపాకిస్తాన్‌లోకి ప్రవహిస్తుంది. రెండవశాఖ (హుగ్లీనది) బంగాళాఖాతంలో పడుతోంది. మైదానభాగంలో ఈ నది జడఅల్లిక శాఖలతో ప్రవహిస్తుంది. గంగకి కుడివైపున యమునానది అత్యంత ప్రముఖమైన ఉపనది. ఇది గంగకి సమాంతరంగా 800 కి.మీ. ప్రవహించి, అలహాబాదుదగ్గర గంగతో కలుస్తుంది. ఎడమవైపున గంగానదిలో ఘాఘరా, గండక్, కోసీ అనే మూడు ప్రముఖ హిమాలయనదులు కలుస్తున్నాయి.

మానససరోవరానికి 100 కి.మీ. ఆగ్నేయంగాఉన్న చెమ్‌యంగ్‌డంగ్ అనే హిమనదీముఖంలో *బ్రహ్మపుత్రానది* పుడుతోంది. అది తూర్పుగా 1250 కి.మీ. దూరం టిబెట్టులో లోతు తక్కువ లోయలో ప్రవహించి, చటుక్కున దక్షిణంగా వంగి, లోతుగా దీహాంగ్ అనే గోర్జినికోసి, మైదానంలో ప్రవేశిస్తుంది. బ్రహ్మపుత్రానది తీసుకువచ్చేటంత నీరు ఇండియాలో మరే నదీ తీసుకురాదు. కాని, ఇసుకతో నిండిఉన్న దానిశయ్య లోతు ఎక్కువగా లేకపోవడంచేత అంతటి జలఆయతనానికి తట్టుకోలేదు. తూర్పుహిమాలయాలలోనూ, టిబెట్టులోనూ మంచు కరిగే మే నెలలో దీనికి వరదలు ప్రారంభం అవుతాయి. జూన్‌నుంచి సెప్టెంబరు వరకూ ఎడతెరపిలేని వర్షాలు దీనికి తోడుఅవుతాయి. ఈ నదీజలపు మట్టం పెరిగినప్పుడు ఉపనదులలోని నీరు బ్రహ్మపుత్రలోకి రావడానికిబదులు, ఈ నీరే ఉపనదులలోకివెళ్ళి, విపరీతంగా వరదలు వస్తాయి.

ద్వీపకల్పీయ నదులు : ద్వీపకల్పంలోని ఇతరనదులకు భిన్నంగా నర్మద, తపతినదులు పశ్చిమంగా ప్రవహిస్తున్నాయి. అమర్‌కంటక్ పీఠభూమిలో 1060 మీ. ఎత్తున ఒక స్రోతస్సునుంచి *నర్మదానది* ఉద్భవిస్తోంది. భేరాఘాట్‌వద్ద 15 మీ. ఎత్తునుంచి ఈ నదికి అద్భుతమైన జలపతనం (మార్బుల్ జలపాతం) జరుగుతోంది. అటుతరువాత ఆ నది 3 కి.మీ. పొడవున్న గోర్జిలోనుంచి ప్రవహిస్తోంది, ఆఖరికి ఈ నది కాంబే సింధుశాఖలో పడుతోంది. *తపతీనది* సాత్‌పురా పర్వతాలలో పుట్టి, సూరత్‌కి పశ్చిమాన అరేబియాసముద్రంలో పడుతోంది.

దామోదరనది రాంచీ పీఠభూమికి ఉత్తరాన భ్రంశద్రోణిలో ప్రవహిస్తోంది. ఇక్కడ గొండ్వానా బొగ్గు నిక్షేపాలు చాలా ఉన్నాయి. ఇటీవల దామోదరలోయలో

విశ్మృతమైన కోనార్, పాంచెట్, మైథాన్ అనే మూడు రిజర్వాయర్లు విద్యుత్తు తయారీకీ, నీటి సరఫరాకూ ఉపయోగిస్తున్నాయి.

మధ్యస్థ ఉన్నతపీఠభూములలో పుట్టిన మరొక ముఖ్యమైన నది *మహానది* అన్ని వైపులా 600 మీ. నుంచి 1000 మీ. ఎత్తుగల పర్వతాలమధ్యనున్న 300 మీ. ఎత్తున ఉన్న ద్రోణిగుండా ఇది ప్రవహిస్తోంది. ఇది దండకారణ్యానికి ఉత్తరపు టంచున బయలుదేరి తూర్పుగా ప్రవహిస్తోంది. సంభల్‌పూర్‌కు ఎగువను హీరాకుడ్ దగ్గర ఈ నదికి ఆనకట్ట కట్టేరు. దీని నీరు 750 చ. కి. మీ. ప్రదేశంలో విస్తరించి, ఇరిగేషన్‌కీ, విద్యుదుత్పత్తికీ పనికివస్తోంది. సంభల్‌పూర్ తరువాత ఈ నది తూర్పుకనుమలగుండా 65 కి.మీ. పొడవున్న గోర్జిలోనుంచి ప్రవహిస్తోంది. ఈ నది బంగాళాఖాతంలోపడేముందు డెల్టా ఏర్పడింది.

నాసిక్‌జిల్లాలోని త్ర్యంబకందగ్గర *గోదావరి* పుట్టింది. అక్కడినుంచి పడమటి కనుమలలో 20 కి.మీ. దూరం లోతైన గోర్జిగుండా ప్రవహించి నాసిక్‌పట్టణాన్ని చేరుకుంటుంది. ఇది మహారాష్ట్రంలో 650 కి. మీ. దూరం ప్రవహించి, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని తెలంగాణా పీఠభూమిలో ప్రవేశిస్తోంది. తూర్పుకనుమలలో గోర్జిలాకోసి, డెల్టా ఏర్పరచుకొని, బంగాళాఖాతంలో పడుతోంది.

కృష్ణానది 400 కి.మీ. ప్రవహించి, తెలంగాణంలో ప్రవేశిస్తోంది. ఈ నదికి ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో నాగార్జునసాగర్ అనే పెద్ద ఆనకట్ట కట్టేరు. జగ్గయ్యపేటదగ్గర నల్లమల పర్వతశ్రేణిని కోసుకుని దాటి, విజయవాడదగ్గర డెల్టా ఏర్పరచింది.

మైసూరు పీఠభూమిలో ముఖ్యమైన నది *కావేరి*. కూర్గులో పడమటికనుమల పడమటిఅంచున, అరేబియాసముద్రానికి కనుచూపుమేరలో పుట్టింది కావి, పడమటికి ప్రవహించకుండా పడమటికనుమలనుదాటి తూర్పుగా సాగింది. దీనికి పూర్వవర్తీనదీలక్షణాలు ఉన్నాయి. కృత్తవిసర్పణయుక్తమైన లోయలో పూర్వ శయ్యలోనే ఈ నది ప్రవహిస్తోంది. దాని దారిలో అనేకమైన ఉచ్ఛలికములూ, జలపాతములూ ఉన్నాయి. కన్నంబాడిదగ్గర ఈ నదికి ఆనకట్ట కట్టగా కృష్ణసాగరం ఏర్పడింది. ఇక్కడే బృందావన్ అనే పేరుగల సుప్రసిద్ధమైన వేదికోపవనం ఏర్పాటుచేయబడింది. రకరకాల పూలమొక్కలతో, ఫౌంటెన్లతో, సెర్చిలైట్లతో, రంగురంగుల దీపాలతో రాత్రిపూట ఇది దివ్యలోకంలా కనిపిస్తుంది. ఆనకట్ట

తరువాత ఈ నది తూర్పుగా ప్రవహించి, రెండుబాహువులుగా చీలి, తిరిగి కలుసుకుని, శ్రీరంగపట్టణద్వీపం ఏర్పడింది. మైసూరు పీఠభూమిలో ప్రవాహమార్గం అంతటా కావేరీనది వృద్ధాప్యలక్షణాలను కనబరుస్తుంది. లోయలు విశాలంగానూ, లోతు తక్కువగానూ ఉన్నాయి. వరదమైదానాలు విశాలంగా ఉన్నాయి. ఈ నది పెద్దపెద్ద మెలికలు చుడుతుంది. తరువాత శివసముద్రందగ్గర 100 మీ. ఎత్తునుంచి కిందికి దూకుతుంది (*15 వ చిత్రపటం*). జలపతనం తరువాత ఈ నది ఇరుకుగా నిట్టనిలువు చరియలుగల గోర్జిగుండా ప్రవహిస్తుంది. ఉచ్ఛలికములు విస్తారంగా ఉన్నాయి. బహుకఠినమైన శిలలుకూడా కోసివేయబడ్డాయి. 10, 15 మీటర్ల లోతూ, ఎన్నోమీటర్ల వ్యాసమూ కలిగిన బ్రహ్మాండమైన జలగర్తికలు చాలా ఉన్నాయి. పునర్నవీకృతమైన ఈ నదియొక్క ప్రవాహశక్తికి ఇవి తార్కాణాలు. ఈ నదియొక్క అధఃఖండనం (down cutting) అతివేగవంతమై ఉండడంచేత దీని ఉపనదులైన షింషా, అర్కావతులు ప్రధాననదియొక్క బలకృతాపరదనవేగాన్ని అందుకోలేక చివరలలో ప్రపాతపు లోయలను ఏర్పరచాయి. దాని తరువాత ఈ నది మద్రాసురాష్ట్రంలో ప్రవేశించింది. తిరుచ్చిదగ్గర రెండుశాఖలై, శ్రీరంగ ద్వీపాన్ని ఒరుస్తున్నాయి. వీటిలో ముఖ్యమైన శాఖను కోలెరూన్ అంటారు. ఇది ఈశాన్యంగా ప్రవహించి దేవికోటదగ్గర సముద్రంలో పడుతోంది.

అరేబియాసముద్రంలో పడుతున్న మరొక నది షారావతి. ఇది చిన్న నదే అయినప్పటికీ జోగ్ జలపాతంవల్ల ఇది ప్రసిద్ధికెక్కింది. పడమటికనుమలలో 250 మీ. ఎత్తునుంచి నిట్టనిలువుగా కిందికి దూకుతోంది (*12 వ చిత్రపటం*). వర్షాకాలంలో వరదరోజుల్లో ఈ జలపాతం ప్రపంచమంతటిలోనూ గొప్పదని చెప్పవచ్చు. ఇంత ఎత్తు, ఇంత జలఆయతనమూ ఆ సమయంలో మరే జలపాతానికీ లేవు. వేసవిలోమాత్రం ఈ జలపాతం మూడు నాలుగు ధారలుగా చీలిపోతుంది. వాటిలో కొన్ని బహు అల్పమైన ధారలు మాత్రమే. నదీఅపహరణానికి షారావతి చక్కని ఉదాహరణ.

పదుమూడవ ప్రకరణము

భూమిగతజలము - దాని పని

వర్షంరూపంలో భూమిమీదపడ్డ నీరు మూడువిధాలుగా ప్రవర్తిస్తుంది. కొంత నీరు వాగులరూపంలో ప్రవహిస్తుంది. కొంత నీరు భూమిలోకి ఇంకిపోతుంది. కొంత నీరు ఆవిరియై వాతావరణంలోకి చేరుతుంది. మొత్తం వర్షపునీటిలో 50% ఆవిరి అవుతుంది. మిగిలిన నీటిలో సగభాగము ప్రవాహాలుగానూ, ఆ మిగతాది భూమి లోకి ఇంకిపోతుంది.

భూమ్యుపరితలానికి లోపలనున్న నీటిని "*భూమిగతజలము*, లేదా *పాతాళగంగ*, లేదా *భూగర్భజలము*" (*subsurface water*, or *ground water*, or *underground water*) అంటారు. ఈ నీరు రాళ్ళసందులలోనూ, రంధ్రాలలోనూ, విభంగ క్షేత్రాలలోనూ ఉంటుంది. ఈ రకమైన భూమిగతజలాన్ని "*అవవృష్టజలం*" (*meteoric water*) అంటారు. నిక్షేపణసమయంలో అవసాదములలో చిక్కుబడ్డ మంచినీటినిగాని, ఉప్పునీటినిగాని "*సంయుక్తజలం*" (*connate water*) అంటారు. అవసాదములు సంఘటన (compaction) చెందేటప్పుడు ఈ ఫాసిల్ జలంలో చాలాభాగం బయటికిపోతుంది. కాయాంతరణంచెందేటప్పుడుకూడా బయటికి పోతుంది పూర్తిగా. కాయాంతరణంలోగానీ, ఆగ్నేయసక్రియతలోగానీ సంయుక్త జలం వేడెక్కి, ఉష్ణజలీయద్రావణములు (hydrothermal solutions) అవుతాయి. వేడినీటిబుగ్గలు, ఖనిజసిరలు (mineral veins) వీటివల్లనే ఏర్పడుతాయి. భూగర్భంలో చాలా లోతునుంచి భూమి పైభాగానికివచ్చే ఉష్ణఖనిజజలాన్ని "*మైగ్మజ జలం*" (*juvenile water*) అంటారు.

భూమిగతజల వితరణము

భూమిలో రాళ్ళమధ్య పగుళ్ళనుబట్టీ, రంధ్రముల పరిమాణములనుబట్టీ భూమిలో ఎంత లోతువరకూ నీరు ఉండేదీ నిర్ణయంపబడుతుంది. రాళ్ళ గట్టి తనాన్నిబట్టీ, నైజాన్నిబట్టీ భూమిగతజలం 10 కి.మీ. లోతువరకూ ఉండవచ్చు.

అంతకుమించి ఉండదు. ఏమంటే అంతకు క్రింద పైద్రవ్యపు అపారమైన వత్తిడి వల్ల రంధ్రాలన్నీ మూసుకుపోతాయి. నీరు అంతకన్న కిందికి ఇంకి వెళ్ళలేదు. నిజానికి ఇంతలోతుకి వెళ్ళగల నీరు బహుస్వల్పంగానే ఉంటుంది. భూమిగత జలంలో చాలాభాగం ఉపరితలంనుంచి 1000 మీ. లోపుగానే ఉంటుంది.

భూమిగతజలంయొక్క ఘటన (occurrence) సామాన్యంగా మూడు పద్ధతులుగా ఉంటుంది.

(1) తేమప్రదేశాలలో వదులుగాఉండే శిలాసమూహాలూ, మట్టి 25 మీ. లోతు వరకూ నీటితో సంతృప్తమై (saturated) ఉంటాయి. నూతులలో నీరు ఈ విధంగా వస్తుంది.

(2) *"జలభృతములు" (aquifers)* అనబడే కొన్ని ప్రత్యేకమైన పొరలుగా నీరు ఉంటుంది. ఈ పొరలకి పైనా క్రిందా కఠినశిల ఉంటుంది సామాన్యంగా. అట్టి జలభృతములగుండా నీరు కొంతదూరం నెమ్మదిగా ప్రవహిస్తుంది.

(3) కఠినశిలాస్తరములలో భూమిగతజలం స్వల్పాతిస్వల్పంగా ఉంటుంది. నీరు చాలాభాగం భ్రంశవిభంగములలోనూ, పగుళ్ళ సందులలోనూ ఉంటుంది.

ఒక ప్రత్యేకమైన మట్టమునకు దిగువన రంధ్రములూ, పగుళ్లూ అన్నీ నీటితో నిండిఉంటాయి. ఈ భూమిగతజలపు పైతలాన్ని *"నీటిమట్టము" (water table)* అంటారు. నీటిమట్టము క్రమవిహీనంగా, సాధారణంగా స్థలాకృతిని అనుసరించి ఉంటుంది. లోయలకిందకన్న కొండలకింద సాధారణంగా నీటిమట్టం ఎక్కువ లోతుగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం పై అంతస్థులలోని నీరు బరువువల్ల కిందికి పోవడమే. పొడివాతావరణంలో నీటిమట్టం క్రమంగా కిందికి దిగుతుంది కనుకనే చాలా నూతులూ, బుగ్గలూ ఎండిపోతూ ఉంటాయి. మూడువరుసల క్షేత్రాలను గుర్తించవచ్చును :

(i) *వాయుమిశ్రణక్షేత్రం (zone of aeration)*: ఈ క్షేత్రంలో నీరు నిలువకుండా కిందికి ఇంకిపోతుంది.

(ii) *ఆంతరాయిక సంతృప్తక్షేత్రము (zone of intermittent saturation)*: తేమవాతావరణంలో నీటిమట్టం చేరుకునే అత్యున్నతమైన మట్టమునకూ అనావృష్టిలో నీటిచిల్ల చేరుకునే అట్టడుగు మట్టమునకూ మధ్యని ఉంటుంది ఈ క్షేత్రం.

(iii) *నిత్యసంతృప్త క్షేత్రం* (*zone of permanent saturation*) : భూమిగత జలం చేరుకోగలిగినంత లోతువరకూ ఈ క్షేత్రం విస్తరించిఉంటుంది. రాళ్ల పొడిగాఉండే మట్టపు శిలానిర్మాణాన్నిబట్టి, జాతినిబట్టి ఉంటుంది. సాధారణంగా ఇది 700 మీ. నుంచి 1000 మీ. వరకూ ఉంటుంది. మైగ్మజ జలము, సంయుక్త జలము ఇంకా లోతునుంచి పైకిరావచ్చు.

భూమిగతజల చలనములు

తమగుండా నీటిని స్వేచ్ఛగా పోనిచ్చే రాళ్ళను *పారగమ్యశిలలు* (*permeable rocks*) అంటారు. అవి ఇసుకలాగ, సైకతశిలలలాగ చిల్లులుగలవి కావచ్చు. లేదా చిల్లులులేని గ్రెనైట్‌వంటి శిలలు కావచ్చు. అయినా పగుళ్లు, నెరియలు, సంధులు ఉండడంచేత వానిలోనుంచి నీరు ప్రవహిస్తూ ఉండవచ్చు. నీటిని తమ గుండా సులభంగా పోనీయని శిలలను అపారగమ్య (Impermeable or Impervious) శిలలు అంటారు. ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా పారగమ్య, అపార గమ్య శిలా స్తరములుఉంటే, ముఖ్యంగా ముడతలుపడి కలుసుకున్నప్పుడు, భూమి లోపల సహజమైన నీటి 'రిజర్వాయర్లు' ఏర్పడుతాయి.

భూమిగతజలం భూమిమీదికి వేగంగా వెలువడితే దానిని *స్రోతస్సు* లేక *బుగ్గ* (*spring*) అంటారు. ఉత్పత్తిఅయే పద్ధతినిబట్టి స్రోతస్సులను రెండురకాలుగా విభజించవచ్చు. *గురుత్వ స్రోతస్సులు* (*gravity springs*), ఆర్టీషియన్ స్రోతస్సులు (artesian springs). గురుత్వస్రోతస్సులో అపారగమ్య స్తరములమధ్య బంధితమై ఉండదు. వదులుగాఉన్న ద్రవ్యంనుంచిగానీ, తెరచిఉన్న వివరములనుంచి గానీ గురుత్వాకర్షణవల్ల నీరు ప్రవహిస్తుంది. *జలభృత స్రోతస్సు* (*aquifer spring*) ఇటువంటిదే కాని, ఇందులో నీరు అపారగమ్య స్తరములమధ్యనున్న రంధ్రములు గల పొరలలో ప్రవహిస్తుంది.

నీళ్లు ఉండే పారగమ్యద్రవ్యంవరకూ, లేదా పగిలినరాళ్ళవరకూ భూమిలోకి తవ్వబడిన రంధ్రములే నూతులు. నిత్యసంతృప్తక్షేత్రానికి తగిలితేతప్ప లోతు తక్కువగాఉన్న నూతులు వేసవిలో ఎండిపోతాయి.

భూమిఅడుగునుండి పైకిరావడానికి తగినంత ద్రవచాలితపీడనం (hydraulic pressure) లో నీరుఉంటే వాటిని *ఆర్టీసియన్ స్రోతస్సులు* లేక *ఆర్టీసియన్ నూతులు* అంటారు. ఇటువంటివి ఏర్పడడానికి అవసరమైన నియమం ఏమిటంటే, కొంచెం వంగిన పారగమ్యజలభరిత విరచన (water-bearing formation) లేదా *జలభృతము;* రెండు నీరుచొరని అపారగమ్య స్తరముల మధ్యవి ఉండాలి. హిమాలయగిరిపదములదగ్గర ఉన్న సరంధ్రసైకతశిలలు అభినతీసంరచన కలిగి ఆర్టీసియన్‌జలానికి అన్నివిధాలా తగిఉన్నాయి. సాత్పురా పర్వతశ్రేణికి ఉత్తరాన నర్మదానదీలోయ అంచున ఆర్టీసియన్ పరిస్థితులు కనిపిస్తున్నాయి. ఇక్కడ జలభరితమైన పిండాశ్మ స్తరములు (conglomerate beds) అపారగమ్యస్ఫటిక శిలలమధ్య చిక్కువడి ఉన్నాయి. మద్రాసురాష్ట్రంలోని నైవేలీవద్ద లిగ్నైటు తవ్వకాలలో ఆర్టీసియను పరిస్థితులు ఉండడంవల్ల కొన్ని ప్రత్యేకమైన ఇబ్బందులు కలిగేయి. నీటిని తోడివేయడానికి ఎన్నెన్నో పంపులు అమర్చారు. లేకపోతే గనులన్నీ నీటితో నిండిపోతాయి. పుదుచ్చేరిలోకూడా ఆర్టీసియన్ బావులు చాలా ఉన్నాయి.

గోరువెచ్చదనంనుంచి మండే ఉష్ణోగ్రతవరకూ నీరు ఉండే స్రోతస్సులను *వేడినీటిబుగ్గలు (hot springs)* అంటారు. ఇటీవలే పైకుబికిన అగ్నిపర్వతశిలలకు చేరువగా భూమిగతజలం ప్రవహించడంచేత ఈ నీరు వేడిగా ఉంటుంది. ఈ అగ్నిపర్వతశిలలు ఇంకా చల్లారి భూపృష్ఠపు ఉష్ణోగ్రతను చేరుకుని ఉండవు. ఒక్కొక్కప్పుడు నీరు భూమిలో చాలా లోతునకు ప్రవహించి సామాన్యంగా అక్కడి వేడిమికి వేడెక్కి, ద్రవస్థైతికపీడనం (hydrostatic pressure) వల్ల భూమిపైకి వస్తుంది.

సిమ్లాకి చేరువలో తత్తపానివద్ద సట్లెజ్‌నదితీరంలో వేడిగంధకపుబుగ్గలు చాలా ఉన్నాయి. కామెట్, నందదేవీ శిఖరాల దాపుల కుమాన్ హిమాలయాలలో వేడినీటిబుగ్గలు చాలా కనిపిస్తాయి. బీహారులో మోన్‌గిర్‌జిల్లాలోని వేడినీటిబుగ్గలు సుమారు 50 కి.మీ. ప్రదేశంలో ఖరగ్‌పూరు కొండల భ్రంశక్షేత్రంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. పశ్చిమబెంగాలులో బీర్‌భూమ్‌జిల్లాలో బక్రేశ్వర్‌వద్ద ఒక గంధకపు వేడినీటిబుగ్గ ఉంది. ఈ నీటి ఉష్ణోగ్రత 53°C నుంచి 72°C వరకూ మారుతూ

ఉంటుంది. సహ్యాద్రి పడమటివాలులో సంగమేశ్వరంవద్దకూడా ఒక వేడినీటిబుగ్గ ఉంది.

ఆవిరితోకూడిన వేడినీరు ఆగి ఆగి ప్రచండంగా పైకి విరజిమ్మబడితే ఆ బుగ్గలను *"గేజర్లు" (geysers)* అంటారు. వీటిలో నీరు సుమారు 100 మీ. ఎత్తుదాకా కూడా విరజిమ్మబడుతుంది. అమెరికాలోని ఎల్లోస్టోన్ నేషనల్ పార్క్‌లో ఇటువంటి గేజర్లు చాలా ఉన్నాయి. "ఓల్డ్ ఫెయిత్‌ఫుల్" (*old faithful*) అనేది వాటిలో ప్రసిద్ధమైనది. అది క్రమంతప్పకుండా 70 నిమిషాల కొకసారి విస్ఫోటిస్తుంది. ప్రతిసారీ పదిలక్షల గాలన్లకు పైగా వేడినీటిని అనేక మీటర్ల వ్యాసార్ధంతో సుమారు 60 మీ. ఎత్తుకి విరజిమ్ముతుంది.

గేజర్లు ఈ క్రిందివిధంగా పనిచేస్తాయి: నీళ్ళతో నిండిన గేజర్‌గొట్టం నిట్టనిలువుగా కిందికి ఇంచుమించు వేడి లావాద్రవ్యంవరకూ ఉంటుంది. ఈ గొట్టంలో లావాకు దగ్గరగాఉన్న నీరు మరుగుతుంది. కొంతసేపటికి ఆవిరి తగినంతగా తయారై ఆ గొట్టంలోఉన్న నీటినంతనీ ప్రచండంగా బయటికి గెంటివేస్తుంది. విస్ఫోటనం జరిగిన తరువాత నిశ్చలసమయంలో (period of quiescence) నాలికలు, కాలువలు, గొట్టం, ద్రోణి అన్నీ వేగంగా నీటితో నిండుతాయి. నీటి ఉష్ణోగ్రత క్రమంగా పెరుగుతుంది. నీళ్ళల్లోనుంచి బుడగలు, ఆవిరి రావడం మొదలు అవుతుంది. ఆఖరికి ఉన్నట్లుండి ఒక్కసారిగా వేడినీరు ఆవిరితో కలిపి తీవ్రంగా బయటికి వచ్చేస్తుంది.

భూమిలోనికి దిగిన నీటిలో ఖనిజద్రవ్యం కరుగుతుంది. అయితే ఎంత ఖనిజద్రవ్యం కరుగుతుందీ అన్నది ఆ నీరు ఎంతలోతువరకూ దిగిందీ, నీరు ప్రవహించిన రాళ్లు ఎటువంటివి, వత్తిడి ఉష్ణోగ్రతలు ఎంత - అన్న విషయాలమీద ఆధారపడిఉంటుంది. ఖనిజద్రవ్యం నీటిలో త్వరగా కరిగేదైతే, లేదా నీరు చాలా లోతుకి ఇంకితే ఆ నీటిలో ఖనిజాలు చాలా అధికంగా ఉంటాయి. అటువంటి నీరు భూమిపైకి వస్తే అదే *ఖనిజస్రోతస్సు (mineral spring)* అవుతుంది. ఆ నీరు వేడిగాగానీ, చల్లగాగానీ ఉండవచ్చు. అట్టి బుగ్గలలోని ఖనిజజలం ఔషధశక్తి కలిగి ఉంటుంది.

యాంత్రిక రాసాయనికకార్యాలు రెంటివల్లనూ భూమిగతజలం నేలపైభాగంలో మార్పులు తెస్తుంది. భూమిలో నీరు అధికంగాఉండే తేమప్రదేశాలలో ఈ మార్పులు అధికంగా ఉంటాయి.

భూమిగతజలంయొక్క యాంత్రికకార్యం

భూద్రవ్యానికి చలనం కలిగించడంలోనూ, చలనములకు దోహదం ఇవ్వడంలోనూ భూమిగతజలం ప్రముఖపాత్ర వహిస్తుంది. గురుత్వాకర్షణ, భూకంపములు రాళ్ళను కదిలించినప్పుడు ఈ నీరు "స్నేహం" (*lubricant*) గా పనిచేస్తుంది. భూస్థలనములు, ఎవలాంచిలు (భూ లేదా మంచుఖండము విరిగిపడుట); "నేల-పాకుట" (land creep) దీనికి ఉదాహరణలు.

భూ స్థలనములు : ద్రవ్యచలనములన్నిటిలోనూ భూస్థలనములు చాలా ముఖ్యమైనవి. ఇందులో అపారమైన శిలాద్రవ్యం కదలడం కనిపిస్తుంది. దీనివల్ల స్థలాకృతిలో చాలా మార్పులు వస్తాయి. భూ స్థలనములు అనేక కారణాలవల్ల సంభవిస్తాయి. వాలు ఎక్కువగా ఉండడము, అతివృష్టివల్లగానీ మంచుకరగడం వల్లగానీ ఏర్పడ్డ స్నేహనమూ (lubrication), భూకంపాలూ, సహజంగాగానీ మానవప్రయత్నంవల్లగానీ ఆధారం (support) జారిపోవడమూ, గురుత్వాకర్షణా ఇటువంటి కారణాలలో కొన్ని. అడుగున కోసివేయబడిన శిఖరముల, చరియల, పార్శ్వములవద్దగానీ; రైలుదారి, రోడ్డు, కాలువల తవ్వకాలపక్కనగానీ ఈ పరిస్థితులు ఏర్పడుతాయి. స్తరణము (bedding), విదళనతలములు (cleavage planes), బృహత్సంధులు (master joints), భ్రంశవిభంగములు (fault fractures) లోయవైపుకి, లేదా పల్లంలోకి వంగినప్పుడు స్థలనం జరుగుతుంది.

1840 లో కాశ్మీరంలోని హిమాలయాలలో జరిగిన పెద్ద భూస్థలనం వీటికి ఒక ఉదాహరణ. పర్వతశ్రేణిగుండా సింధునది 5000 మీ. నుంచి 5700 మీ. లోతున గోర్జికోసినచోట నంగపర్వత (8877 మీ.) పశ్చిమపార్శ్వం భూకంపం వల్ల కదిలిపోయింది. అప్పుడు సంభవించిన బ్రహ్మాండమైన భూస్థలనంవల్ల నదీప్రవాహానికి అడ్డుతగిలి, 65 కి.మీ. వెనుకకి నీరు మళ్ళింది. దానివల్ల 350 మీ. లోతున సరస్సు ఏర్పడి, అడ్డుతెగి, ప్రచండవేగంతో నీరు బయటికిపోయి, రెండు

రోజుల వ్యవధిలో ఆ సరస్సు అంతా ఖాళీ అయిపోయింది. భయంకరమైన వరద నీటివల్ల లోయ కోసుకుపోయింది. వందలకొద్దీ కిలోమీటర్ల దూరంవరకూ సర్వ నాశనం అయిపోయింది. దీనినిబట్టి పెద్ద భూస్థలనాలు ప్రమాదకరమైన వరదలకు తరుచు కారణం కావచ్చునని తెలుస్తోంది.

పర్వతప్రాంతాలలో మంచు బాగా పేరుకొని మంచు ఎవలాంచిలుగానీ, మేంటిల్‌శిల కొండచరియలమీది నీటితో సంతృప్తమై "చెత్తఎవలాంచిలు" *(debris avalanches)* గానీ ఏర్పడుతాయి. మట్టి, వదులుగాఉన్న రాళ్లూ కలిసిన ఎవలాంచి చాలా ప్రమాదాన్ని కలిగిస్తుంది. దాని దారిలోఉన్న చెట్లు, ఇళ్లూ వగైరాలన్నీ నేలకూలి కొట్టుకుపోతాయి. కొండచరియమీద లోతైన చారికగా, కొండ మొదట్లో విసనకర్ర ఆకారంలో రాళ్లూ, బురద, చెట్లూ చేమలూ పడి ఉంటాయి.

వాలులవెంట మేంటిల్‌శిల, మట్టి, టాలిస్‌వగైరాలు కిందికి జారడానికి ప్రయత్నిస్తాయి. వాలు ఎక్కువగాఉంటే ఇవి చాలా వేగంగా జారుతాయి. వాలు చాలా తక్కువగా ఉన్నప్పటికీ జారుడు స్వల్పంగా ఉండకపోదు. కొండమీదనుంచి కిందికి నెమ్మదిగా చరియలవెంట మట్టి జారడాన్ని మృత్తికాసర్పణం *(soil creep)* అంటారు. దడిలా కట్టిన స్తంభాలు వరుసతప్పిపోవడమూ, నేలమీదనున్న చెట్ల మొదళ్లు వంపు తిరగడమూ, గోడలు పగుళ్లు వారడమూ, రైలుపట్టాలు స్థలచలనం పొందడమూ మృత్తికాసర్పణం జరిగినట్లు సూచిస్తాయి. ఆఖరికి భూమిగతజలము శిలాస్తరముయొక్క పైభాగమూకూడా ఈ జారుడులో పాల్గొంటాయి. ఇటువంటి శిలాసర్పణంవల్ల బాగా వంగిన పొరలయొక్క, లేదా పగిలిన పొరలయొక్క పైకొనలు అధోముఖంగా వంగుతాయి. కనుక బాహిరదృశ్యాంశముల ఆభాసనతి (apparent dip of superficial outcrops), అవిక్షుభితవిరచనల (undisturbed formations) ఆభాసనతులకు భిన్నంగా ఉంటాయి.

మృత్తికాసర్పణంవల్ల స్థలాకృతిలో కలిగే ముఖ్యమైన మార్పులు మూడు ఉన్నాయి. (1) పృష్ఠవాహమువల్లనూ (sheet wash), నదులవల్లనూ, పవనములవల్లనూ జరిగే అపరదనానికి దోహదంచేయడం, (2) గిరిపాదములవద్ద మట్టి పేరుకోవడం, (3) చంద్రవంక ఆకారంలో పరిఖాలంబములు మధ్యమధ్య

చిన్నచిన్న వేదికలతో ఏర్పడడం. వీటినంతటినీ కలిపి "అంచెల చంద్రవంకలు" *(stepped crescents)* అంటారు. వీటిని "మేషపథములు" (sheep-tracks) అని కూడా అంటూఉంటారు. నిజానికి వీటికీ గొర్రెల (మేషముల) కూ సంబంధం ఏమీ లేదు.

భూమిగతజలముయొక్క రసాయనకార్యము

స్వచ్ఛమైన నీరు మందద్రావకమేగాని (poor solvent) దానిలో కొన్ని ప్రత్యేకవస్తువులు కరిగితే (ముఖ్యంగా కార్బన్ డై ఆక్సైడు) ఆ నీరు క్రియాశీల ద్రావకం (active solvent) గా మారి, సున్నపురాళ్ళనూ, తదితర శిలలనూ కరిగించే శక్తిగలది అవుతుంది. ఈ కారణంచేతనే బుగ్గల, నూతుల, గనులలోని నీటిలో ఎన్నోరకాల ఖనిజాలు కరిగిఉంటాయి. నీరు నేల అడుగున ప్రవహించే టప్పుడు కాల్షియం కార్బనేటు, కాల్షియం సల్ఫేటు మరికొన్ని ఇతర లవణాలు కరగడంవల్ల నూతులలోనూ, బుగ్గలలోనూ ఉండే "కఠోరజలం" (hard water) ఏర్పడుతుంది.

భూమిలోనుండి నీరు పైకివచ్చేటప్పుడు చల్లబడడంవల్లనూ, కరిగిఉన్న వాయువులు బయటికిపోవడంవల్లనూ నీటికి ద్రావకశక్తి (solvent power) తగ్గి నీటిలో కరిగిఉన్న ఖనిజముల నిక్షేపణం జరుగుతుంది. పరివహనసమయములో వత్తిడి తగ్గడంవల్లనూ, ప్రవహించే దారిలోగల ఇతర ద్రవములతోనూ, ద్రవ్య ములతోనూ రియాక్షన్ (reaction) జరగడంవల్లనూకూడా నిక్షేపణం జరుగ వచ్చు. కాల్సైటు, క్వార్ట్జ్ ఈ కారణంగానే సిరలవలె భూమిగతజలంనుంచి సంధులవద్ద, పగుళ్ళవద్ద ఏర్పడతాయి. పర్వతజననసమయంలో (orogenesis) సిలికామయద్రావణములు శిలల పగుళ్ళలోనుంచి బలవంతంగా బయటికి గెంటి వేయబడినప్పుడు క్రమవిహీనమైన క్వార్ట్జ్ సిరలు ఏర్పడుతాయి. ఇవి స్వల్ప వశితశిలలలోనూ, ప్రాంతీయకాయాంతరణప్రదేశాలలోనూ నిక్షిప్తములు అయి కనిపిస్తాయి. ఖనిజసిరలు ముఖ్యంగా విలువైన ధాతకములు *(ores)* గలవి— ఈ విధమైన భూమిగతజలంవల్ల ఏర్పడవు. మెగ్మజసంబంధమైన నిర్గమములు (emanations of juvenile origin) విడుదలచేసిన వేడిమివల్లనూ, రసాయనిక క్రియాశీలవాయువులవల్లనూ ఉష్ణజలీయద్రావణములు వీటిని నిక్షిప్తంచేస్తాయి.

భూమిగతజలముయొక్క ద్రావకక్రియాఫలితంగా, ముఖ్యంగా సున్నపురాళ్లుగల ప్రదేశాలలో *గుహలు, కందరములు (caverns)* ఏర్పడుతాయి. సంధితలముల గుండానూ, స్తరతలములగుండానూ, రాళ్ళల్లోని పగుళ్ళగుండానూ భూమిగతజలం స్రవించి, కరిగేరాళ్ళను కరిగించి, వంకరటింకర ఆకారములలో గుహలను తయారుచేస్తుంది. కొన్ని విశాలమైన వసారాలలా ఉంటాయి, మరికొన్ని శాఖోపశాఖలుగా అల్లిబిల్లిగా అల్లుకుని ఉంటాయి. కొన్ని గుహలలో, మడుగులలో నీరు నిలువఉంటుంది. మరికొన్నిటిలో ప్రవాహోదకం ఉంటుంది. భూమి ఉపరితలం మీదికి తెరుచుకుని ఉన్న గుహాద్వారాన్ని *"అవతరణరంధ్రం" (sink hole* or *swallow hole)* అంటారు.

గుహల పైకప్పులనుంచి స్రవించే నీరు కాల్షియం కార్బనేటు నిక్షేపించి, స్టేలక్టైటులను (అవశైలములు) స్టేలగ్మైటులను (ఉత్‌శైలములు) ఏర్పరుస్తుంది. *(16 వ చిత్రపటము)*. నీరు పైకప్పునుంచి చుక్కలుగాపడేటప్పుడు ఆవిరియై, కరిగిఉన్న వాయువులు బయటికిపోయి నిక్షేపణం జరుగుతుంది. గుహల పైకప్పుల నుంచి నిలువుగా కిందికి వేలాడే సన్నని స్తంభాలను *'స్టేలక్టైటు'* లు అంటారు. కిందపడ్డ నీటిబిందువులు ఆవిరియైపోగా కిందినుంచి పైకి నిలువుగా పెరిగే స్తంభాలను *'స్టేలగ్మైటు'* లు అంటారు. ఒక్కొక్కప్పుడు స్టేలక్టైటులు, స్టేలగ్మైటులూ కలుసుకునిపోయి ఏక స్తంభాలుగా ఏర్పడుతాయి.

సున్నపురాళ్లున్న ప్రదేశాలలో భూమిలోపలా, పైనా ఉండే నీటియొక్క ద్రావకక్రియవల్ల అసాధారణమైన స్థలాకృతి ఏర్పడుతుంది. రేఖితమైన (etched) ఉపరితలములు ద్రావణాలవల్లనూ, పైకప్పులు కూలడంవల్లనూ ఏర్పడ్డ గోతుల తోనూ; సందుగొందులు చిన్నచిన్న లోయలుకలిగి, ఉపరితలప్రవాహాలకు బదులు, భూమిలోపల డ్రెయినేజి కలిగి, చిత్రమైన స్థలాకృతి కనబడుతుంది. దీనిని *'కార్‌స్ట్' స్థలాకృతి (karst topography)* అంటారు. అడ్రియాటిక్ సముద్రపు తీరాన కార్‌స్ట్ పీఠభూమిలో ఇటువంటి స్థలాకృతి ఉండడంవల్ల ఈ పేరు వచ్చింది.



చిత్రపటము 16—మలేషియాలోని కౌలాలంపూరుదగ్గర నున్న స్టేలక్టైటులు, స్టేలగ్మైటులు.
(128 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో: సి. ఎస్. పిచ్చుముత్తు)

చిత్రపటము 17—గుండ్రాతి మట్టి: చరమ హిమోఢము. గోముఖంవెళ్లే దారిలో గంగోత్రికి 3 కి. మీ. దూరంలో ఉంది. (132 వ పేకీ చూడు) (పోటో: జి. వి. రావు)



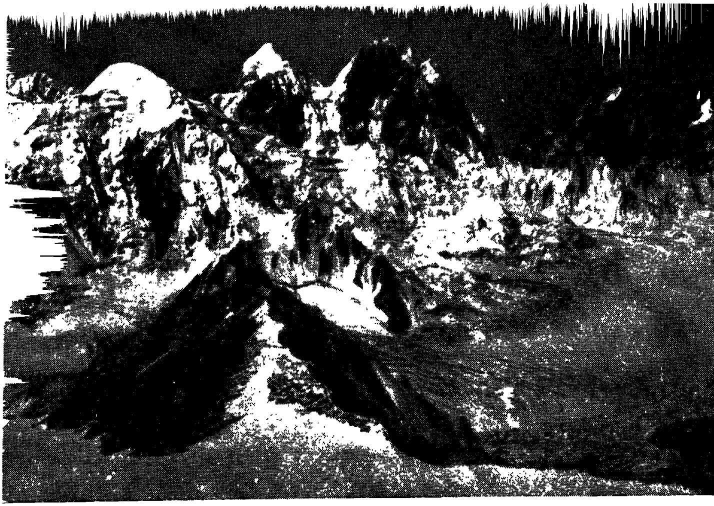


చిత్రపటము 18—U-ఆకారపు లోయ. ఇది అలక్‌నందయొక్క ఉత్పత్తిస్థానానికి దగ్గరలో ఉంది. భాగీరథీ ఖారక్‌ముఖంనుంచీ, సతోపంత్ హిమనదినుంచీ ఇది పరిపోషితం అవుతుంది.

(133 వ పేజీ చూడు)

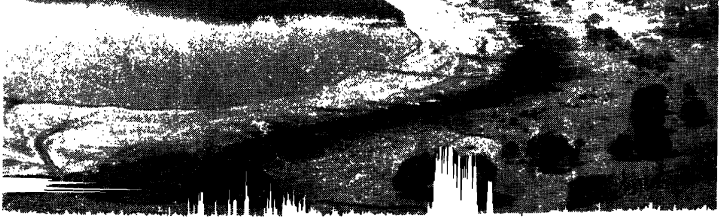
చిత్రపటము 20—లోనార్ సరస్సు: మహారాష్ట్రంలో బెరార్ దగ్గర ఉం

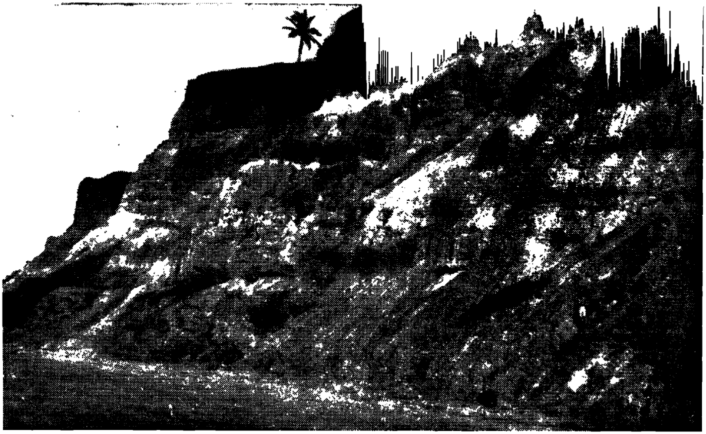




చిత్రపటము 19—ఎత్తైన సూదులవంటి నిట్రపుపార్శ్వములుగల పిరమిడ్ ఆకారపు శిఖరములు (శృంగములు). హిమనదీ అపరదనానికి ఇది విశిష్టమైనవి. హిమాలయాలలో ఉన్నాయి ఇవి. దూరంలో నొటాందే సొటాంతే హిమనది కనిపిస్తోంది. (134 వ పేజీ చూడు) (ఫోటో : జె. బి. ఆడెన్)

ం5 సరస్సు అని భావింపబడుతోంది. (140 వ పేజీ చూడు)





చిత్రపటము 21—సాగరభృగువులు. ఇవి తృతీయయుగ అవసాదీయ స్తరనిర్మితములు. వీటి శిఖరంమీద కఠినమైన లేటరైటు పొర ఉంది. ఇది కేరళరాష్ట్రంలోని వర్కాలాలోనిది. (158 వ పేజీ చూడు)
(ఫోటో : సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)



చిత్రపటము 22— పవనాపరదనముచేత, అపరళనముచేత అడుగున కోయబడిన గ్రెనైటు శిలాఖండము. ఇది మైసూరు రాష్ట్రంలోని గణాచార్‌పూర్‌లో ఉంది.
(170 వ పేజీ చూడు)
(ఫోటో : సి. ఎస్. పిచ్చముత్తు)

పదునాలుగవ ప్రకరణము

హిమనదులు - వాటి ప్రభావము

హిమ సమూహముల ఉత్పత్తి

ప్రస్తుతం భూభాగములో 10% మంచుచే కప్పబడి ఉంది. ఈ మంచులో ముఖ్య భాగం ధ్రువములదగ్గర - ఆర్కిటిక్, అంటార్కిటిక్ ప్రాంతాలలో ఉంది. కొంత భాగం సమశీతోష్ణమండలంలోనూ, ఆఖరికి ఉష్ణమండలంలోకూడా ఉన్నతపర్వతాగ్రాలమీద ఉంది.

హిమనది (glacier) అంటే గురుత్వాకర్షణవల్ల మెల్లగా పల్లానికి కదిలే హిమ సమూహం అని అర్థం. హిమనదులు *హిమక్షేత్రాలలో* పుడుతాయి. వేసవిలో కరిగిపోయే మంచుకన్న, శీతాకాలంలోపడే మంచు అధికంగాఉండి ఈ హిమక్షేత్రాలలో మంచు సర్వదా కనిపిస్తుంది. విపరీతమైన హిమవర్షము, వేసవిలో కొద్దిగా మాత్రమే మంచు కరిగిపోతూ ఉండడము తద్వారా అనేక సంవత్సరాలపాటు మంచు పేరుకోవడమూ - ఇవి హిమనదులు ఏర్పడడానికి అనువైన పరిస్థితులు.

వేసవిలో మంచు ఏ మట్టమువరకూ కరుగుతుందో దానిని *హిమరేఖ (snow-line)* అంటారు. ఉన్నతఅక్షాంశములవద్ద ఏ ఎత్తులోనైనాసరే, లేదా ఏ అక్షాంశము వద్దనైనాసరే తగినంత ఎత్తులో హిమరేఖ ఉండవచ్చు. ఇండియాలో హిమాలయాల మీద ఎల్లప్పుడు మంచు ఉంటుంది, కాని హిమరేఖ ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడం కష్టం. ఏమంటే ఆడెన్‌సిద్ధాంతంప్రకారం ఎల్లప్పుడూ మంచు ఉండే ప్రదేశమూ, వీటి ఎల్లలు వేరువేరుగా ఉండక ఒకదానితో ఒకటి కలిసిపోతూ ఉంటాయి.

ప్రస్తుతం హిమనదులు ఉన్నతపర్వతశిఖరాలమీదగానీ, ఉన్నతఅక్షాంశములలో తక్కువ ఎత్తులోనేగానీ కనబడుతున్నాయి. లోయల పైభాగాలలో పుట్టిన హిమనదులు నెమ్మదిగా కిందికి నాలుకలుగా సాగుతున్నాయి. ఉష్ణోగ్రత పెరిగి మంచుకరిగే స్థితికివస్తే, బురదనీరు నెమ్మదిగా ప్రవహించడం మొదలుపెడుతుంది. అదే ఒకనదికి జన్మస్థానం కావచ్చు. ఈ విధంగా భాగీరథీనదియొక్క ఉత్పత్తి స్థానం గోముఖ హిమకందరంలో ఉంది. కేదారనాథ శిఖరం వెనుక హిమాలయాలలో గంగోత్రి అనబడే నదీముఖం ఇక్కడే ఉంది.

హిమనదులు నేలమీద పారి సముద్రములో పడితే, అక్కడ మంచు తేలడానికి తగినంత లోతు ఉంటే పెద్ద పెద్ద హిమశకలాలు విరిగి, దూరదూరంగా తేలుతూ పోతాయి. వీటిని "ప్లావిహిమశైలములు" *(icebergs)* అంటారు.

హిమనదుల వర్గీకరణం

హిమనదులను నాలుగు ముఖ్యమైన తరగతులుగా విభజించవచ్చును: 1. మహాఖండ హిమనదులు, 2. మంచు టోపీలు (ice caps), 3. దరీ హిమనదులు (valley glaciers), 4. గిరిపద హిమనదులు (piedmont glaciers).

మహాఖండ హిమనదులు లేక *హిమఫలకములు (continental glaciers or ice sheets)* అనేవి అన్నిరకాల హిమనదులలోనూ బృహత్తమమైనవి. ఇటువంటి హిమనదులు స్థలాకృతితో సంబంధంలేకుండా మైదానాలమీద, పీఠభూములమీద, పర్వతాలమీదకూడా ఏర్పడుతాయి. సంచితం అయిన కేంద్రంనుంచి మంచు నెమ్మదిగా అన్నిదిశలకూ కదులుతుంది. గ్రీన్‌లాండు, అంటార్కిటికాలు మందమైన మహాఖండ హిమఫలకములచేత కప్పబడి ఉన్నాయి. ఈ మంచుపలకలు కరిగితే సముద్రపుమట్టం 8[illegible] మీ. వరకూ పెరుగుతుంది. ప్రస్తుతకాలంలో ఇదే కనుక జరిగితే బెంగాలులో చాలాభాగం వరదలలో మునిగిపోతుంది.

పర్వతాలమీద, పీఠభూములమీద కప్పుకుంటే మంచును *మంచుటోపీలు* అంటారు. వీటినుంచి దరీ హిమనదులు అన్నివైపులకూ కదులుతాయి.

దరీ హిమనదులు లేక *ఆల్పైన్ హిమనదులు* అనేవి హిమరేఖకు పైన ఉన్న పర్వతశ్రేణుల లోయలలో కదిలిపోయే మంచుప్రవాహాలు, జలప్రవాహాలలాగే ఇవి కూడా వెడల్పులో, లోతులో, పొడవులో భిన్నంగా ఉంటాయి.

దరీ హిమనదులు పర్వతపాదములదాకా ప్రవహించి బయట చదునైనప్రదేశములో కలుసుకుంటే వానిని *గిరిపద హిమనదులు* అంటారు.

హిమనదీ చలనములు

మంచు కరగడం, గడ్డకట్టడం ఈ రెండు ప్రక్రియలు మళ్ళీ మళ్ళీ జరగడం వల్ల గురుత్వాకర్షణ కారణంగా హిమక్షేత్రాలలో హిమనదీచలనములు కలుగుతాయి.

వివిధ హిమనదులలో చలనవేగం వివిధంగా ఉంటుంది. ఒకే హిమనదియొక్క చలనవేగము ఋతువునుబట్టి మారుతుంది. హిమనదియొక్క మధ్యభాగంలోనూ, పైభాగంలోనూ గల ఘర్షణ అట్టడుగు పొరలోని ఘర్షణకన్న తక్కువకావడంచేత పైభాగాలు వేగంగా కదులుతాయి. హిమనదులు అపారమైన భగ్నశిలాద్రవ్యాన్ని మోసుకుపోతాయి. రాళ్ళమీదుగా ఈ హిమనదులు జారిపోతూ ఉంటాయి. దీనికి నిదర్శనంగా నున్నగా మెరుగెక్కిన శిలాతలములు, హిమనదీప్రవాహదిశకు సమాంతరంగా నెరుకులూ కనిపిస్తాయి. జలప్రవాహాలవలె హిమనదులు అడ్డంగా నున్నవాటిని తప్పుకునిపోకుండా, అడ్డువచ్చినవాటిని అరగదీసి చదునుచేసివేస్తాయి. కనుకనే హిమనదులు ప్రవహించిన లోయల పక్కగోడలు నున్నగా, కోణాలు అరిగిపోయి ఉంటాయి. హిమనదుల ప్రత్యేకత ఏమిటంటే, అవి బండరాళ్ళను పల్లంనుండి ఎత్తుకికూడా దొర్లిస్తాయి.

హిమనదులవల్ల లోయలకు అడ్డుపడి సరస్సులు ఏర్పడవచ్చు. అటువంటి మంచు ఆనకట్ట హఠాత్తుగా విచ్చిపోతే ఆ సరస్సులోని నీరు అంతా అతిత్వరితంగా బయటికి పారివచ్చి ప్రమాదకరమైన వరదలకు కారణమవుతుంది, సింధునదికివచ్చే అనేకమైన వరదలకు కారణం ష్యోక్ లోయ (shyok valley) కు అడ్డుపడే చోంగ్ కుందన్ అనే హిమనది బీటలువారుతూ ఉండడమే.

పగుళ్లు, నెరియలు అనేకంగా ఉండడం హిమనదుల ముఖ్యలక్షణం. వీటిని *క్రివాసెస్ (భంగము)* అంటారు. మంచుపలక సాగతీయబడడంవల్ల ఈ బీటలు ఏర్పడుతాయి. హిమనదులు ప్రవహిస్తున్న ప్రదేశం కుంభాకారంలో ఉంటే *అనుప్రస్థభంగములు (transverse crevasses)* ఏర్పడుతాయి. హిమనదిలో మధ్య భాగం అధికవేగంగా కదలడంవల్ల ఒత్తిడి, పరపిడి (stresses and strains) పార్శ్వభాగములలో కలిగి, *సీమంతభంగములు (marginal crevasses)* ఏర్పడుతాయి. హిమనది పార్శ్వవిస్తరణచెందితే (spread laterally) ప్రవాహదిశకు ఇంచుమించు సమాంతరంగా *అనులంబ భంగములు (longitudinal crevasses)* ఏర్పడుతాయి. హిమనదిలో మంచు స్థూలమైన పొరలుగా కనిపిస్తుంది. దీనికి కారణం, హిమవర్షములు అనేకంగా పడడమూ, వాటిమధ్య తరుచు బురద చేరడమూనూ.

హిమనదీసంవహనము

సన్నని ఇసుకదగ్గరనుంచి పెద్దపెద్ద బండరాళ్ళవరకూ రకరకాల పరిమాణాలలో భగ్నశిలాద్రవ్యాన్ని హిమనదులు ఈడ్చుకువస్తాయి. ఈ ద్రవ్యం మంచుకి పైభాగంలోగానీ, మధ్యలోగానీ, అట్టడుగునగానీ ఉండవచ్చు. హిమనది సేకరించి మోసుకువచ్చి, నిక్షేపించిన ఈ ద్రవ్యాన్ని మొరేన్ లేక హిమోఢము అంటారు. హిమనదుల పక్కలని పొడుగ్గా పీలికల్లాగ కదలే ద్రవ్యాన్ని సీమంత హిమోఢము *(marginal moraine)* లేక పార్శ్వహిమోఢము *(lateral moraine)* అంటారు. హిమనదీప్రవాహం పక్కలనున్న రాతిగోడలనుంచి సంగ్రహించిన ద్రవ్యం పక్కలకు చేరుకుంటుంది. పక్కపక్క లోయలనుంచి వస్తున్న హిమనదులు రెండు కలుసుకుంటే రెండింటి అంతర్హిమోఢములూ కలుసుకుని, ఉపరితలంమీద మధ్యస్థ హిమోఢం *(medial moraine)* ఏర్పడుతుంది. అనేక హిమనదులు కలుసుకుని ఒకే హిమనదిగా ఏర్పడినప్పుడు దానిమీద అనేక మధ్యస్థ హిమోఢములు కనిపిస్తాయి. హిమనది కరుగుతున్నప్పుడూ, ప్రత్యావర్తనం (retreat) చేస్తున్నప్పుడూ భగ్నశిలాద్రవ్యం పలకలలాగ క్రిందిభాగంలో నిక్షిప్తం అయితే దానిని తలస్థ హిమోఢం *(ground moraine)* అంటారు. దానిలో సూక్ష్మమైన ద్రవ్యముగాని, గులకరాళ్లగాని, గోళాశ్మములు (boulders) గాని కలిసిఉంటే దానిని గోళాశ్మమృత్తిక *(boulder clay)* అంటారు *(17 వ చిత్రపటం)*. గులకరాళ్లు, బండరాళ్లూ స్తరశిలలకేసి రాయబడి నునుపుదేరి ఉంటాయి. హిమనది తీసుకువస్తున్న భగ్నశిలాద్రవ్యం అడుగుకి చేరుకుని అక్కడ మంచుకరిగినప్పుడు వదిలివేయబడుతుంది. హిమాగ్రము (ice front) కొంతసేపు సాపేక్ష్యంగా స్థిరంగా ఉన్నచోట చాపాకారంలో (arcuate) రిడ్జిలా ఏర్పడుతుంది. దీనిని అగ్ర హిమోఢము (terminal moraine) లేక అపయాన హిమోఢము *(recessional moraine)* అంటారు.

హిమనదీ అపరదనము

కేవలం మంచుమాత్రమే అయితే యాంత్రిక అపఘర్షణం (abrasion) స్వల్పంగానే జరుగుతుంది. కాని ప్రవాహోదకము, మంచు కలిస్తే అందులో

రాళ్లూ, రప్పలూకూడా ఉంటే, అవి కోతపనిముట్లలా పనిచేసి, బహుకఠినమైన శిలలనుకూడా అరగదీసివేస్తాయి. మంచులో ఇరుక్కొనిఉన్న ఈ రాతిముక్కల సహాయంతో హిమనది తనదారిలో వదులుగాఉన్న వస్తువులనన్నింటినీ తొలగించి కోణాలున్న కఠినశిలలను అరగదీస్తుంది. హిమనదీఅపఘర్షణకు గురిఅయిన శిలాతలములు నున్నగానూ, మధ్యమధ్య గతులతోనూ, తిన్నని నరుకులతోనూ కనిపిస్తాయి. అటువంటి గీతలనూ, నరుకులనూ *హిమనదీయరేఖాంకములు* (*glacial striae*) అంటారు. అటువంటి లక్షణాలు కలిగిన రాళ్లూ కనిపిస్తే ఆ ప్రదేశంలో పూర్వం హిమనది ప్రవహించిందనీ, ఆ గీతలనుబట్టి ఆ దిశలో ప్రవాహం కదిలిందనీ తెలుసుకోవచ్చు. ఈ విధమైన యాంత్రికఅపఘర్షణంవల్ల హిమనదులు తాము ప్రవహించే లోయల తలములనూ, పార్శ్వములనూ నునుపు చేసి V - ఆకారంలో వంకరటింకరలుగాఉన్న లోయలను క్రమంగా విశాలమైన తిన్నని U - ఆకారపు లోయలుగా మారుస్తాయి (*18 వ చిత్రపటం*). హిమనది లోయ నేలను కోయడమేకాక దానిపక్కలను ముఖ్యంగా కిందివైపుకి అరగదీయ డమే దీనికి కారణం. ఈ విధంగా లోయ లోతుగానూ, పక్కలు నిట్రంగానూ, నేల విశాలంగానూ అవుతుంది. లోయలోని రెండువైపులనుంచీ పొడుచుకువచ్చిన కోణాలను కోసివేయడంద్వారా లోయ తిన్నగా అవుతుంది. సంధితలములవల్ల ఇంతకుముందే వదులువదులుగాఉన్న రాళ్ళను శిలాస్తరములనుంచి పీకి, తొలిగించి ముందుకు గెంటుకుపోవడంద్వారా హిమనదీ అపరదనం జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియను *ఉత్పాటనం* (*plucking*) అంటారు. ఎదరకు కోసుకుపోగలగడం హిమనదుల ప్రత్యేకలక్షణం. హిమనదీకృతమైన (glaciated) లోయలన్నింటికీ పురోభాగంలో అంచెలంచెలు వాలుగానున్నటు ("ఏంఫీ-థియేటర్") వంటి నిమ్నప్రదేశాలు ఉంటాయి. వీటిని "*హిమజ గహ్వరములు*" లేక "*సర్క్‌లు*" (*cirques*) అంటారు. సర్క్‌ల గోడలు బహునిట్రంగానూ, నేల చదునుగానూ, తిన్నగానూ ఉంటాయి. సర్క్‌లలో 30, 40 మీ. లోతైన సరోద్రోణులు ఉండవచ్చు.

పక్కపక్కలనున్న రెండు సర్క్‌లు ఒకదానిలోకి ఒకటి పెరిగి, ఆఖరికి వాటి మధ్య నిట్రమైన రంపపు పన్నువంటి రిడ్జి మిగులుతుంది. అటువంటి రిడ్జిని

"అరేట్" లేక "(ప్రశిఖ" (*arete*) అంటారు. సర్క్ అపరదనం వివిధదిశలలో జరగడంవల్ల ఉన్నతమైన ప్రదేశం తరిగిపోయి మధ్యలో ఒకశిఖరమూ చుట్టూ సూర్యకిరణాలు విస్తరించినట్లుగా "రేడియల్" (radial) గా అరేట్‌లు మిగులు తాయి. మూడుకానీ అంతకన్న అధికసంఖ్యలోగానీ హిమనదులు అభిశీర్షంగా కోయడం మొదలుపెడితే, ఆఖరికి వాటి సర్క్‌లు ఇంచుమించుగా కలుసుకుని, అరేట్‌లుకూడా అరిగిపోయి, నిట్రమైన అంచులు సూదిలాంటి శిఖరమూ కలిగిన "పిరమిడ్" శంఖు ఆకారాలు మిగులుతాయి. వీటిని *శృంగములు* (*horns*) అంటారు. పూర్వం అక్కడ ఎత్తైన ప్రదేశం ఉండేదనడానికి అవే గుర్తులు (*19 వ చిత్రపటం*).

నదులచే కోయబడిన ఉపలోయలు ముఖ్యమైన లోయను ఇంచుమించు ఒకే మట్టంలో కలుసుకుంటాయి. హిమనదులచే కోయబడిన ఉపలోయలుమాత్రం అసంగతములు (discordant) గా ఉంటాయి. అంటే ఇవి ముఖ్యలోయను పైమట్టంలో కలుసుకుంటాయి. కనుక వీటిని *ప్రపాతపు లోయలు* అంటారు. దీనికి కారణం ఉపలోయలక్రింది చివరలు హిమనదీ అపరదనంవల్ల పూర్తిగా కోసివేయ బడడమే.

మునిగిపోయిన హిమనదీకృతలోయలను "*ఫియోర్డులు*" (*fiords*) అంటారు. ఇంచుమించు తిన్నగా పొడుగ్గా ఉన్న ఈ లోయలు ప్రస్తుతం ఉప్పునీటితో నిండి ఉన్నాయి. కాని ఒకప్పుడు అవి హిమనదులచే ఏర్పడ్డవే ననడానికి గుర్తుగా వాటి పక్కగోడలు నిట్టనిలువుగానూ, నున్నగానూ ఉన్నాయి. ప్రపాతపులోయలు, తదితర స్థలాకృతీలక్షణాలు ఉన్నాయి.

హిమనదీ నిక్షేపణం

హిమనదీ అపయాన (retreat) సమయంలో అది మోసుకుపోతున్న ద్రవ్యం వెనుక వదిలిపెట్టబడుతుంది. దీనిని "*అపోఢము*" (*drift*) అంటారు. *గోళాశ్మ మృత్తిక* లేక "*టిల్*" (*boulder clay* or *till*) అనేది అతిసాధారణమైన అపోఢం. ఈ అపోఢం ఒక్కొక్కప్పుడు పురాతన హిమఫలకములచేత అండాకారంలో దిమ్మలు దిమ్మలుగా నొక్కబడుతుంది. వీటిని "*డ్రమ్‌లిన్‌లు*" (*drumlins*)

అంటారు. ఇవి సాధారణంగా హిమప్రవాహదిశలో సాగదీయబడిఉంటాయి. అవి తరుచు అర కిలోమీటరునుంచి ఒక కిలోమీటరువరకూ పొడవులు కలిగిఉంటాయి.

ఆ ప్రదేశానికి సంబంధించిన బండరాళ్లు చిందరవందరగా పడిఉండడం అనేది హిమనదీకృతప్రదేశాల ప్రత్యేకలక్షణం. బహుదూరస్థ దృశ్యాంశములనుంచి హిమనదిచే మోసుకురాబడిన ఈ కఠినశిలలను "అనియతములు" (*erratics*) అంటారు. కొన్ని అనియతములు మాతృస్థానంనుంచి కొద్దిదూరం మాత్రమే (కొద్ది కిలోమీటర్లు మాత్రమే) మోసుకురాబడి ఉంటాయి. కొన్ని అనేకవందల కిలోమీటర్లదూరం జరుపబడి ఉంటాయి. అనియతములు సాధారణంగా హిమ అపకడితప్రదేశాలమీద నిలిచిఉంటాయి. కొన్ని అస్థిరస్థితి (precarious positions) లో నిలిచిఉంటాయి. వీటిని "దుస్థిత శిలాఖండములు" (*perched blocks*) అంటారు. ఆ ప్రదేశంలో హిమనదీకరణం జరిగినదనడానికి ఇవి గుర్తులు.

భారతదేశంలోని హిమనదులు

ఇండియా ఉష్ణమండలదేశం కావడంచేత హిమనదులు ఎత్తైన హిమవత్పర్వత శిఖరాలమీద మాత్రమే ఏర్పడుతాయి. హిమాలయాలలో హిమరేఖ 4000–6000 మీటర్ల మధ్యలో ఉంటుంది. ధ్రువప్రాంతాలు మినహాయిస్తే మంచుచే కప్పబడ్డ ప్రదేశం ఎక్కువగా ఉన్నది ఇండియాయే. ప్రపంచంలోకెల్లా పెద్ద హిమనదులు హిమాలయాలలోనే ఉన్నాయి. "హిమాల్" (*himal*) అనబడే హిమక్షేత్రాలు 40,000 చ. కి. మీ. ప్రదేశంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. గంగ, యమున, గండక్ వంటి పెద్దనదులను పరిపోషిస్తున్నాయి. కాశ్మీరులోని కారకోరం హిమాలయంలో ఇండియాలోకెల్లా పెద్ద హిమనదులు నాలుగు ఉన్నాయి. అవి సైచెన్ (70 కి.మీ.); బల్టోరో (60 కి. మీ.); బయాఫో (60 కి. మీ.); హిస్పార్ (60 కి. మీ.); అనేవి. ఈ హిమనదులలో చాలాభాగం వేగవంతమైన ఉపరితలనములను, మధ్య హిమోఢములను కలిగిఉన్నాయి. ఉదాహరణకి సైచెన్‌లో పన్నెండు మధ్యస్థ హిమోఢములు ఉన్నాయి.

హిమయుగములు

ప్రపంచంలోని అనేకప్రదేశాలలో పురాతన హిమనదీకరణచిహ్నాలు ఉన్నాయి. ఈ చిహ్నాలలో ముఖ్యమైనవి అరగదీయబడి తిన్నగాఅయిన స్తరశిలాతలములు.

అవోథసంచయనము, గోళాశ్మమృత్తిక, హిమోఢపురిడ్జినూ. ప్రస్తుతకాలంలో మొత్తం భూప్రదేశంలో పదోవంతు మంచుచేత కప్పబడిఉంది. కాని అభినూతన (Pleistocene) యుగంలో ఈ విస్తృతి సుమారు $\frac{1}{3}$ వరకూ ఉండేది. హిమ మహాభియాన అపయానములు ఒక్కసారిమాత్రమే జరుగలేదనీ అధమపక్షం నాలుగుసారులైనా హిమనదీచక్రం పునఃపునరావృత్తమైనదనీ తెలుస్తోంది. ప్రతి *హిమనదీయుగం* లోనూ మహాఖండేయ హిమఫలకములు ఉండేవి. వెచ్చదనాన్ని కాంక్షించే జంతువృక్షాదిజీవులు నివసించిన ఈ మధ్యయుగములను అంతర *హిమనదీయ అవస్థలు* (*interglacial stages*) అంటారు.

హిమనదీయ, అంతరహిమనదీయ అవస్థలు కలిపి *హిమయుగం* (*ice age*) అవుతుంది. మనం ఇంకా సంపూర్తికాని హిమయుగంలో నివసిస్తున్నాము. దీనిని చతుర్థక హిమయుగం (quaternary ice age) అంటారు. భవిష్యత్తులో ఇప్పటికన్న వెచ్చగా ఉంటుందో చల్లగా ఉంటుందో ఖచ్చితంగా తెలియదు. శీతోష్ణస్థితి ఇంకా వెచ్చగా అయితే మంచు కరిగి ప్రపంచంఅంతటా రేవుపట్టణాలు, పల్లపుభూములు మునిగిపోతాయి. ఇంకా మంచు పెరిగితే ప్రస్తుతం బాగా అభివృద్ధి చెందిన ప్రదేశాలనుంచి మానవుడు పారిపోవలసి వస్తుంది.

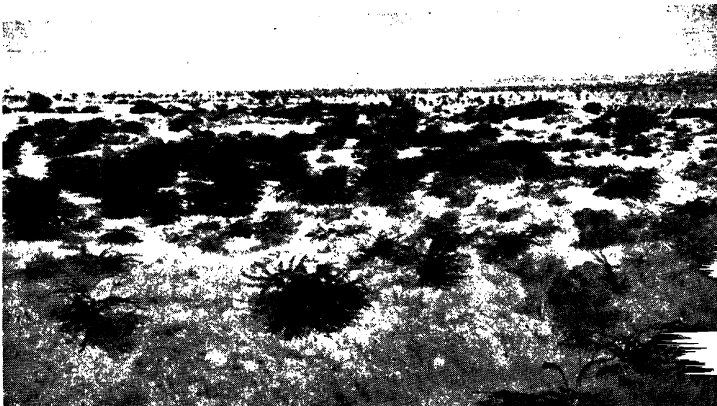
భారతదేశంలోని మనకు ప్రధానమైన అంశం పెర్మో - కార్బానిఫెరస్ మహాయుగంలో హిమఫలకముల పురోగమనం. 1856 లోనే "జియొలాజికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా" లో పనిచేస్తున్న బ్లాండ్‌ఫోర్డు అనే ఒక ఆఫీసరు ఒరిస్సా లోని తల్చేర్‌వద్ద పూర్వకార్బానిఫెరస్ యుగానికి సంబంధించిన ఒక భగ్నశిలా స్తరమును కనుక్కొన్నాడు. ఉత్తరఅమెరికా, యూరపు, ఆసియాలో కొంత భాగము ఎడారిశీతోష్ణస్థితి లేదా ఉష్ణమండలశీతోష్ణస్థితి కలిగియున్న కాలంలో గొండ్వానాలాండులో తరుచు హిమనీకరణం పెద్దఎత్తున జరిగినదనడానికి ఆధారాలు దరిమిలా దొరికేయి.

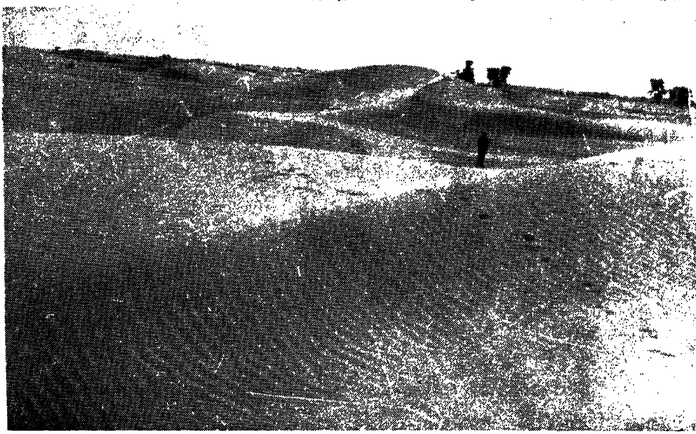
అరిగిపోయి నలుకులుపడిన గులకరాళ్లుగల తల్చేర్ భగ్నశిలా స్తరము పొరలు పొరలుగాఉన్న స్తరశిలలమీద ఉంది. పూర్వకార్బానిఫెరస్ హిమఫలకముల చిహ్నాలు రాజస్థాన్‌లోనూ, మధ్యప్రదేశ్‌లోనూ కనిపించాయి. చాందాజిల్లాలోని హిమనదీభగ్నశిలా స్తరములక్రింద ఇటీవలి *రోషే మౌటొనే* (*roches moutonnees*)



చిత్రపటము 23—మైసూరు రాష్ట్రంలో కావేరీ నదీతీరంలో టాల్కాడువద్దనున్న దేవాలయాన్ని కప్పివేయనున్న ఇసుక డ్యూనులు. (172 వ పేజీ చూడు)
(ఫోటో : సి. ఎస్. పిచ్చుముత్తు)

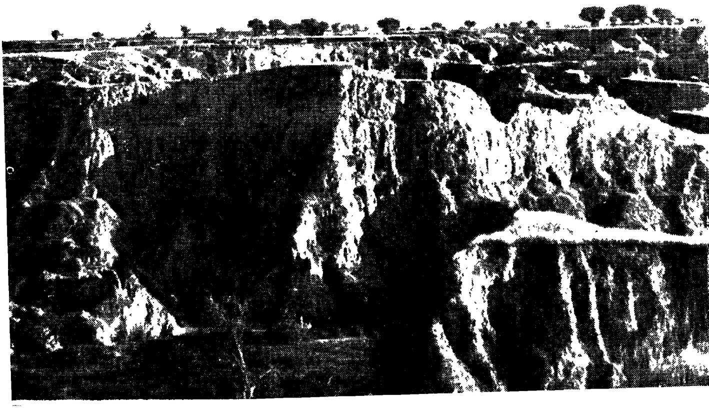
చిత్రపటము 24—అల్పజలక ప్రదేశాలకు విశిష్టమైన అక్కడక్కడ మొలిచే పొదలు. రాజస్థాన్.
(176 వ పేజీ చూడు)



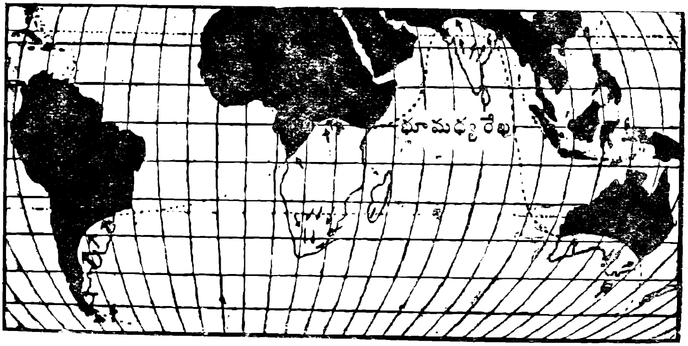


చిత్రపటము 25—రాజస్థాన్ ఎడారిలో కదిలిపోయే ఇసుక డ్యూనులు. (176 వ పేజీ చూడు)

చిత్రపటము 26—పంజాబులోని లోయెస్ పీఠభూమిలోని రెవైనులు. (205 వ పేజీ చూడు)



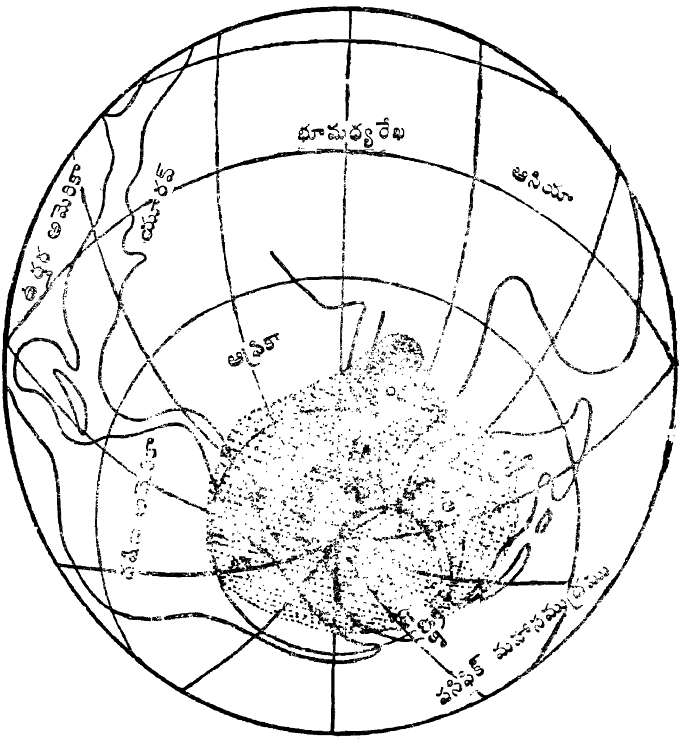
లను పోలిన హిమనదీ ఉపరిస్తరం (*glacial pavement*) ఒకటి కనబడింది. రాజస్థాన్‌కి సంబంధించిన శిలాఖండములు పంజాబు సాల్ట్‌రేంజిప్రాంతానికి మోసుకురాబడి, అక్కడ బహుశా తేలే మంచుకొండలచేత వదలిపెట్టబడి ఉంటాయి. హిమాలయాలకు దగ్గరలో అధమం రెండు హిమానీకరణ అవస్థలు టిల్లైటుల (tillites) చేత నమోదుచేయబడి ఉన్నాయి. ఇవి 500 నుంచి 800 మీటర్ల వార్వుడు షేల్సు (varved shales=అనువర్షీస్తేటీశిల) చేత విభక్తమై ఉన్నాయి. బహుపురాతనమైన టిల్లైటులకు సంబంధించిన భగ్నశిలాఖండములు రెండవ అవస్థలో సిమ్లాదగ్గర ఉన్నాయి. అస్సాములోకూడా తల్చీర్ టిల్లైటును గుర్తించారు. భారతదేశంలో హిమవికిరణకేంద్రం (centre of ice dispersal) బాగా దక్షిణానికి ఉంది. దీని చిహ్నాలు చాలాభాగం అపరదనంవల్ల చెరిగిపోవడం గాని, దక్కన్‌ట్రాపులకింద మూసుకుపోవడంకాని జరిగింది. ప్రస్తుతపు భూమధ్య రేఖనుండి ఉత్తరదిశగా మంచు వికీర్ణం చెందిందని భావించబడుతోంది.



పటము-10. గోండ్వానాలాండ్‌లోని పెర్మోకార్బానిఫెరాస్ హిమనదీకరణములయొక్క ఉత్తరపు సరిహద్దును అడ్డుగీతలతో చూపబడియున్నవి. భూఖండములు వాటియొక్క ప్రస్తుతపు స్థానములలోవున్నవి. మంచుపడే మార్గములు బాణపుగుర్తులతో చూపబడి యున్నవి. (హోమ్స్ తర్వాత)

10 వ బొమ్మనుబట్టి భూమధ్యరేఖకు ఇరుప్రక్కలా పూర్వకార్బానిఫెరస్ మహాయుగానికి సంబంధించిన హిమానీకృతభూములు ఉన్నట్లు తెలుసుకోవచ్చు.

ఖండములు ప్రస్తుతం ఉన్నచోటనే ఉండిఉంటే దీనిని సమర్థించడం సాధ్యం కాదు. గొండ్వానాలాండులోని ఖండములు అన్నీ పూర్వకార్బానిఫెరస్ మహా యుగంలో 11 వ చిత్రపటములో చూపిన పద్ధతివలె కలిసిగట్టుగా దగ్గర దగ్గరగా ఉంచేనే ఇది సాధ్యం అవుతుంది. ఈ స్థితిలో భూమధ్యరేఖ ఎక్కడ ఉన్నదో గమనించవచ్చు.



పటము-11. గొండ్వానాలాండ్‌లోని పెర్మో-కార్బానిఫెరస్ హిమనదులయొక్క భాగములు (చుక్కల ప్రదేశము). భూమధ్యరేఖ యెక్కడనున్నదో గమనించవచ్చు. (హోమ్స్ తర్వాత)

పదునైదవ ప్రకరణము

సరస్సులు - చిత్తడినేలలు

అంతర్‌స్థలీయజలస్థానాన్ని (భూభాగంలో ఒకచోట నీరు నిలకడగావున్న ప్రాంతమును) సరస్సు అంటారు. సరస్సులలో మంచినీరుకాని, ఉప్పునీరుకాని ఉండవచ్చు. కాని మంచినీటి సరస్సులే అధికం. అన్నిరకాల స్థలాకృతికలక్షణాలుగల సరస్సులు విస్తారంగా కనిపిస్తాయి. ఎందుకంటే, ఇవి ఏ అక్షాంశంలోనైనా, ఎంత ఎత్తులోనైనా కానవస్తున్నాయి. టిటికాకాసరస్సు (8300 చ. కి. మీ.) దక్షిణఅమెరికాలో 4300 మీటర్ల ఎత్తున ఉంది. పాలస్తీనాలోని మృతసరస్సు సముద్రతలానికి 485 మీ. ఎత్తున ఉంది. సరస్సుల లోతు కొద్దిమీటర్లనుంచి కొన్నివందల మీటర్లవరకూ ఉండవచ్చు. సైబీరియాలోని బైకాల్‌సరస్సు అన్నింటికన్న లోతైనది (1870 మీ.). ఇండియాలో సరస్సులు స్వల్పంగానే ఉన్నాయి. అందులో చెప్పుకోదగ్గంత పెద్దవి అంతగా కానరావు.

సరస్సులలో చాలాభాగం ఆఖరికి సముద్రంలోపడే నదీవ్యవస్థలో ఒకభాగంగా ఉన్నాయి. కనుక వాటికి నిర్గమమార్గాలు (outlets) ఉన్నాయి. కాని అంతరస్థమైన డ్రెయినేజి కలిగిన ప్రదేశాలలోని సరస్సులకు నిర్గమమార్గంలేదు. ఇలాంటివి ఉప్పునీటి సరస్సులు. ఈ సరస్సులలో అందులోనికి ప్రవహించే నదుల యాంత్రిక భారమే కాక ద్రావణభారంకూడా సంచితం అవుతుంది.

సరస్సులు ఏర్పడడానికి రెండు పరిస్థితులుండాలి. అవి : నీరు నిలువఉండడానికి ఒకద్రోణి. ఆ ద్రోణిని పూర్తిగాగానీ, కొంతవరకూగానీ నింపడానికి నీటిసరఫరా సరస్సుల ద్రోణులు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడుతాయి.

సరస్సుల పుట్టుక

భూపృష్ఠచలనములచే ఏర్పడ్డ సరస్సులు : భ్రంశంవల్ల భూపృష్ఠంలో కొంతముక్క మిగిలినప్రదేశానికి సాపేక్షంగా పైకిలేవడంగానీ, కిందికి దిగబడడంగానీ జరుగుతుంది. అప్పుడు దొన్నెలాంటి ద్రోణి ఏర్పడి నీటితో నిండుతుంది. భ్రంశ

సంభవమైన ద్రోణికి చక్కని ఉదాహరణ పాలస్తీనాలోని జోర్డాన్ లోయ. అందులోనే మృతసరస్సు ఉంది. విభేదీచలనములవల్ల (differential movements) భూపృష్ఠము దిగబడి సరోద్రోణులు ఏర్పడవచ్చు.

"రాన్ ఆఫ్ కచ్" ఇంచుమించు ఒకసరస్సు అని చెప్పవచ్చు. 1851 లో ఈ ప్రాంతంలో వచ్చిన భూకంపంవల్ల భూమి దిగబడి ఇది ఏర్పడింది. కాశ్మీరు లోయలోని సరస్సులన్నిటిలోకీ పెద్దది ఊలార్‌సరస్సు (100 చ. కి. మీ.). జీలమ్ తదితర నదుల ప్రవాహాలను నియంత్రించే ఈ సరస్సు సంరచనాత్మకమైన పల్లపు భూమి. కుమావ్ హిమాలయంలో నైనితాల్‌దగ్గర సరస్సులశ్రేణి ఒకటి ఉంది. ఇది భ్రంశంవల్ల ఏర్పడిన రేఖమీద ఉంది.

నదీలోయలో ఒకభాగం ఉత్సమావలనానికి గురిఅయితే అది ఆనకట్టలా పని చేసి, నీరు నిలువ ఉంటుంది.

అగ్నిపర్వత సరస్సులు (Volcanic lakes): లావా ఆనకట్టలవల్ల సరోద్రోణులు ఏర్పడవచ్చు. అవి నియమరహిత లావా స్తరములమీద ఏర్పడవచ్చు; లేదా ఆరిపోయిన అగ్నిపర్వతాల క్రేటరులలో ఏర్పడవచ్చు. బసాల్ట్ శిలాపరివేష్ఠితమై మూకుడుఆకారంలోఉన్న ద్రోణిలో లోనార్ సరస్సు ఉంది. ఇది "విస్ఫోటన క్రేటర్" (explosion crater) అని భావింపబడుతోంది. కనుక దీనిని క్రేటర్ సరస్సు జాతిలో చేర్చారు. ఇది ఇంచుమించు వృత్తాకారంలో 700 మీ. వ్యాసం కలిగిఉంది (*20 వ చిత్రపటము*).

హిమనదీ సరోద్రోణులు (Glacial lake basins) : హిమోఢ నిక్షేపణములవల్ల తరుచుగా లోయల డ్రెయినేజి మూసుకుపోయి సరస్సులు ఏర్పడుతాయి. ఇటువంటి సరస్సులు సామాన్యంగా చిన్నవిగా ఉంటాయి. ప్రస్తుతపు హిమాలయ హిమనదులు వీటికి కారణంగా భావించబడుతోంది; ఉదాహరణకి సిక్కిమ్‌లోని "చొంబు" హిమనది ఒకటి. హిమనదులు లోయలను మూసివేయగా నీరు నిలిచి సరస్సులు ఏర్పడతాయి. లోయకు అడ్డంగా హిమనది ప్రవహిస్తే (ష్యోక్‌లోని చోంగ్‌కుందన్ హిమనదిలాగ) తాత్కాలికమైన సరస్సు ఏర్పడుతుంది. మంచు ఆనకట్ట పగిలిందంటే అటువంటి సరస్సువల్ల బహుప్రమాదకరమైన వరదలు సంభవిస్తాయి.

కదిలే మంచుదిబ్బలవల్ల అనేక హిమనదీసరోద్రోణులు అరిగిపోతాయి లేదా బయటపడుతాయి.

నదీక్రియవల్ల ఏర్పడ్డ సరస్సులు : పరిపక్వవృద్ధలాకృతిలక్షణములైన క్రమిక నదులవిషయంలోనూ, ఇంచుమించు క్రమికనదులవిషయంలోనూ వరదమైదానాలలో వదిలివేయబడ్డ విసర్పణములు *అక్స్‌బౌ సరస్సులు*గా మారుతాయి. చాలా భాగం వరదమైదానాల్లో లోతు తక్కువగాఉండే చిన్నచిన్న గుంటలు ఒండ్రుమట్టి అనియమంగా నిక్షిప్తంకావడంవల్ల ఏర్పడుతాయి. వరదల తరవాత, వానల తరవాత ఈ ద్రోణులు నిర్గమమార్గవిహీనమైన సరస్సులుగా ఏర్పడుతాయి. డెల్టా ప్రాంతంలో నదీశాఖల అనియమ అవసాద నిక్షేపణంవల్ల కొన్ని అగభీరద్రోణుల (shallow basins) చుట్టూ నిక్షేపములు పేరుకుని సరస్సులుగా మారుతాయి. వీటిని *డెల్టా సరస్సులు* అంటారు. రెండు డెల్టాలమధ్య లోతైన ప్రదేశం ఏర్పడవచ్చు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని ఏలూరుదగ్గర గోదావరి, కృష్ణాడెల్టాలు పెరగడంవల్ల కొల్లేరుసరస్సు ఏర్పడింది. రెండునదులు ఒకేలోయకి ఇరుపక్కలనుంచి వచ్చి తమ జలోఢమును లోయలో నిక్షేపించడంవల్ల లోయకు ఆనకట్ట ఏర్పడి సరోద్రోణిగా మారవచ్చు.

ద్రోణులు ఇంకా అనేకవిధాలుగా ఏర్పడవచ్చు. బంగాళాఖాతంలో సముద్ర ప్రవాహాలవల్ల తీరంమీద ఇసుక పేరుకొని 'లాగూను'లు ఏర్పడ్డాయి. ఒరిస్సాలోని చిల్కాసరస్సు నెల్లూరువద్ద పులికాట్‌సరస్సు వీటికి ఉదాహరణలు. వీటి విషయంలో చిన్న అఖాతముల, లేదా ప్రవేశికల (inlets) ముఖములవద్ద *ఇసుక గోడలు* నిక్షిప్తములు అయ్యాయి. కేరళరాష్ట్రంలోని పశ్చజలములు (back waters) లేక *కయాల్‌లు (kayals)* ఈ విధంగా ఏర్పడ్డవే.

పెద్ద పెద్ద జలపాత పాదములవద్ద జలగర్తికలు సామాన్యంగా ఉంటాయి. అటువంటి అనతిద్రోణులు (plunge basins) క్రమంగా పెరిగి పెరిగి ఆఖరికి సరస్సులు అవుతాయి.

వాయూఢద్రోణులు (Aeolian basins) : గాలిచే ఎగురగొట్టబడిన ఇసుకదిబ్బలలో తాత్కాలికంగా ఏర్పడ్డ చిన్నపల్లములను వాయూఢద్రోణులు అంటారు. ఇటువంటి సరస్సులకు ఉదాహరణలు పశ్చిమరాజస్థాన్‌లో కనబడతాయి.

ఒక్కొక్కప్పుడు భూస్ఖలనముల వల్ల నదీప్రవాహాలకు అడ్డుగా అపారమైన శిలాద్రవ్యంపడి సరస్సులు ఏర్పడవచ్చు. బుందేల్‌ఖండ్‌లోని చిన్న సరస్సులు వీటికి ఉదాహరణ. గంగానదియొక్క ఉపనది ఒకటి భూస్ఖలనంవల్ల మూతబడి గర్వాల్‌లోని గోహ్నా సరస్సు ఏర్పడింది.

మానవకల్పిత సరస్సులు : మానవుడు తన సాంకేతికవిజ్ఞానప్రతిభచేత కృతకంగా కల్పించిన సరస్సులనుగురించి చెప్పడం ఉచితం. ఇదివరకులేనిచోట సరస్సులను సృష్టించడమేకాక, పాత సరోద్రోణులను పెద్దవిచేశాడు మానవుడు.

ఉప్పునీటిసరస్సులు : మంచినీటిసరస్సులకన్న ఉప్పునీటిసరస్సులు స్వల్పంగా, ముఖ్యంగా అల్పఅలికప్రదేశాలలో ఉన్నాయి. పొడివాతావరణంలో మంచినీటి సరస్సులే నిర్గమమార్గములు మూసుకుపోవడంచేత, అందులోకివచ్చిపడే నదులు కొనితెచ్చిన ఖనిజద్రవ్యం పెరిగి పెరిగి క్రమంగా ఉప్పునీటిసరస్సులుగా మారుతాయి. అమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రములోని "గ్రేట్ సాల్ట్ లేక్" వీటికి ఒక చక్కని ఉదాహరణ. మహాసముద్రజలములోగల ఉప్పుకంటె సుమారు ఐదురెట్లు అధికంగా ఉప్పు ఈ ఉప్పునీటిసరస్సులలో ఉంది. అంటే, ఇందులో సుమారు 18 శాతం లవణద్రవ్యం ఉన్నదన్నమాట.

లడక్‌లోనూ, కాశ్మీరులో రుప్షూలోనూ గల కొన్నిసరస్సులు, ఉదాహరణకి సాల్ట్ లేక్, పాంగాంగ్ సరస్సు, త్సో మొరారీవంటివి క్రమంగా కృశిస్తూ, అంతకంతకు ఎక్కువ ఉప్పగా తయారవుతున్నాయి. శోషణక్రియ (desiccation) కు ఈ సరస్సులు మంచి నిదర్శనాలు. పాంగాంగ్‌సరస్సుకి వేరువేరు ఎత్తులలో వేదికలు లేక బీచీలు ఉన్నాయి. వీటిలో అన్నింటికన్న ఎత్తైన వేదిక ప్రస్తుత సరస్సు మట్టంకి 40 మీ. ఎత్తున ఉంది. త్సో మొరారీసరస్సుకి ప్రస్తుతజలతలానికి 15 మీ. ఎత్తున వేదికలు ఉన్నాయి.

పశ్చిమరాజస్థాన్‌లో చాలా "*ప్లాయా*" *సరస్సులు* ఉన్నాయి. అభికేంద్రకమైన డ్రెయినేజి (centripetal drainage) కలిగిన అంతరస్థద్రోణులను ప్లాయా సరస్సులు అంటారు. ఇటువంటి సరస్సులలో అతిముఖ్యమైనది సంభార్‌సరస్సు. దీనివైశాల్యం 24 చ. కి. మీ. వర్షాకాలంలో దీని లోతు ఒకమీటరు. మిగిలిన కాలములలో ఈ సరస్సు ఎండిపోగా, పైన ఉప్పుపెచ్చులు కనిపిస్తాయి.

సముద్రప్రవాహాలు పటలవిరూపణంచేతకాని, అవసాదనిక్షేపణంవల్లగాని విడి పోయినప్పుడుకూడా ఉప్పునీటిసరస్సులు ఏర్పడుతాయి.

సరస్సుల వినాశనము

సరస్సులలో మట్టి, (*Swamps*) కుళ్ళిన వృక్షావశేషాలూ చేరి పూర్తిగాగానీ, కొంతవరకూగానీ మూసుకుపోతే అవి చిత్తడినేలలు అవుతాయి. మార్ష్, బోగ్ (శైవాలపంకము) మొరాస్ అనేవి ఈ తరగతి కిందికి వస్తాయి. తేమప్రదేశాలలోని తీరస్థమైదానాలలోనూ, వరదమైదానాలలోనూ, డెల్టాలలో పరివర్జిత నదీశయ్యలు వృక్షావశేషాలతో నిండిన చోట్లలోనూ చిత్తడినేలలు అధికంగా ఉంటాయి. నిత్యసంతృప్తక్షేత్రం భూతలంకన్న పైకిలేచినచోట్ల అన్నిటా చిత్తడినేలలు ఏర్పడుతాయి. దీర్ఘకాలం వర్షంలేని పొడివాతావరణం ఉంటే, నీటిమట్టం మామూలు మట్టంకంటే కిందికి దిగి, చిత్తడినేలలు క్రమంగా ఎండిపోతాయి.

చిత్తడినేలలు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడవచ్చు. హిమనదీయద్రోణులు వృక్షావశేషములచే నిండడంవల్ల ఏర్పడ్డ నేలలే కాకుండా, సముద్రంవైపుఉన్న తీరస్థమైదాన భాగాలలోకూడా చిత్తడినేలలు ఉంటాయి. సముద్రపునేల పైకి లేవడంవల్లగానీ, లాగూనులు ఒండ్రు (silt) చేతనూ, వృక్షావశేషాలచేతనూ నిండడంవల్లగానీ ఇవి ఏర్పడుతాయి. వరదమైదానాలలోనూ, డెల్టాప్రాంతాలలోనూ ఏర్పడే చిత్తడి నేలలనుగురించి ఇంతకుముందే వివరించాం.

బెంగాలు, కేరళరాష్ట్రాల తీరస్థమైన పంకనేలలు చిత్తడినేలలు అయాయి. ఇక్కడ మాన్‌గ్రోవ్ వృక్షాలు విస్తారంగా పెరుగుతాయి.

బోగ్‌లలో బొగ్గుగనులు ఏర్పడడానికి తొలిఅవస్థ పీట్ (peat). కేరళ, మద్రాసు రాష్ట్రాలలోని లిగ్నైటు నిక్షేపాలు ఇటువంటి పీట్ బోగ్‌లనుండి తయారైనవే.

పదునాలుగవ ప్రకరణము

సముద్రము - దాని చలనములు, పని

సముద్రము, దాని పుట్టుక

సముద్రాలపుట్టుకకీ, భూమిపుట్టుకకీ అవినాభావమైన సంబంధం ఉంది. నెబ్యూలా ప్రమేయం (Nebular Hypothesis) ప్రకారం తొట్టతొలుతటి వాతావరణంలో ఉన్న వేడెక్కిన వాయువులు గడ్డకట్టి సముద్రాలు ఏర్పడ్డాయి. గ్రహాణు ప్రమేయ ప్రకారం (Planetismal Hypothesis) ద్రవ్యఖండములు దగ్గరగా చేరి పెరిగి పెద్దవి అయ్యాయి; అవి వాయురూపంలో లేవు. ఈ విధంగా భూమి పెరిగి, గురుత్వాకర్షణ అధికమై, రకరకాల వాయువులు నీటిఆవిరి పిండబడి వాతావరణం ఏర్పడింది. తగినంత నీటిఆవిరి సంచితం అయాక అవక్షేపణము (precipitation) జరిగి, సముద్రం ఏర్పడసాగింది. ఈ సిద్ధాంతం ప్రకారం భూమిలోనుంచి నీరు బయటికి గెంటబడినపుడు సముద్రాలు ఏర్పడ్డాయి.

సముద్రజననం సరిగ్గా ఏ విధంగా జరిగిందో తెలియకపోయినా ఆదికాలం నుంచీ సముద్రాలు భూమిమీద ఉన్నట్లు నిదర్శనం ఉంది. పూర్వకేంబ్రియన్ విరచనలలోని అవసాదీయశిలలు, పిల్లోలావాలు భూచరిత్రలో ఆదికాలంనుంచీ సముద్రజలం ఉన్నట్లు తెలుపుతున్నాయి.

సామాన్యంగా వాడుకలో *సముద్రము, మహాసముద్రము* అనే పదాలు భూగోళం మీద విస్తరించిఉన్న ఉప్పునీటికి అంతకీ వర్తిస్తాయి. ఖండములమధ్యనున్న లోతైన ద్రోణులలో ఉన్న సముద్రజలాన్ని మహాసముద్రాలు అంటారు.

అపారమైన ద్రవ్యం అవసాదమురూపంలో వీటిలో నిక్షిప్తంకావడంచేత, సముద్రాలు భూవైజ్ఞానికరీత్యా చాలా ప్రముఖమైనవి. అటువంటి సాగరీయ అవసాదములలో సాధారణంగా జంతువృక్షావశేషాలు ఉంటాయి. పాషిలీభూత సాగరీయ స్తరముల పరిశీలనవల్ల భూమి ఏ యే భౌతిక అవస్థలను గడిచిందో, వివిధయుగములలో జీవపరిణామం ఏ విధంగా ఉండేదో తెలుస్తుంది. పైగా

తీరస్థభూమిని కోసి మార్పులు తీసుకువచ్చే ముఖ్యమైన భూవైజ్ఞానికకారకం సముద్రం. వాతావరణంలోని తేమకు ఉత్పత్తిస్థానం సముద్రం. ఈ తేమయే వర్షంలా పడి నదులను, మంచులా పడి హిమనదులను సృష్టిస్తుంది. ఇవి అన్నీ అపక్షయముల, అపరదనములకు ముఖ్యకారకములు.

భూఉపరితలపై శాల్యంలో ముప్పాతికవంతు సముద్రం ఆక్రమించింది. మహాసముద్రాల సరాసరి లోతు సుమారు 4 కి. మీ. అన్నింటికన్న లోతైనది పసిఫిక్ మహాసముద్రం. నమోదుచేయబడ్డ అన్నింటికన్న లోతైనచోటు ఫిలిప్పైన్ దీవులకు తూర్పుగా 2000 కి. మీ. దూరంలో ఉన్న "మారియానాస్ ట్రెంచ్". ఇక్కడ లోతు 11·04 కి. మీ. పసిఫిక్ మహాసముద్రంలో 6 నుంచి 8 కి. మీ. లోతుఉండే ప్రదేశాలు చాలా ఉన్నాయి. అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో అన్నింటికన్న లోతైనస్థలం పోర్టోరికోప్రాంతంలో 9·5 కి. మీ. లోతున ఉంది.

సముద్రజలంలో కరిగిన ద్రవ్యంలో 78 శాతం ఉప్పు. ఇతర ముఖ్యద్రవ్యములు మెగ్నీషియం సల్ఫేటు, క్లోరైడు, లైమ్ సల్ఫేటు, పొటాష్ సల్ఫేటులూనూ. ఈ ద్రవ్యం అంతా ముఖ్యంగా నదులు శిలావిఘటనం (decomposition of rocks) చేసి తీసుకువచ్చినదే. సముద్రజలంలో కరిగిన ముఖ్యమైన వాయువులు నైట్రొజన్, ఆక్సిజన్, కార్బానిక్ ఏసిడ్.

ఉష్ణమండలములో సముద్రజల ఉష్ణోగ్రత 24° నుంచి 27° సెంటిగ్రేడువరకూ ఉంటుంది. ఇక్కడినుంచి క్రమక్రమంగా ఉష్ణోగ్రత తగ్గి, ధ్రువప్రాంతాలలో −2° సెంటిగ్రేడు ఉంటుంది. స్వచ్ఛజలం గడ్డకట్టే ఉష్ణోగ్రత 0° సెంటిగ్రేడు అయినా సముద్రజలంమాత్రం −2° సెంటిగ్రేడుదగ్గర గడ్డకడుతుంది. సముద్ర ఉపరితలజలఉష్ణోగ్రతలో భేదాలు కలుగడానికి కారణం సాగరీయప్రవాహాలు. ఉష్ణ, సమశీతోష్ణమండలాలలో 1500 నుంచి 2000 మీటర్ల లోతున ఉష్ణోగ్రత ఎల్లప్పుడూ 4·5° సెంటిగ్రేడు ఉంటుంది. లోతుకు వెళ్ళినకొద్దీ చల్లదనం పెరిగి, చాలా లోతున ఆఖరికి 0·5° సెంటిగ్రేడుకూడా ఉంటుంది; భూమధ్యరేఖదగ్గర కూడా ఇదేపరిస్థితి. ధ్రువప్రాంతాలలో, సముద్రంపైనుంచి అడుగువాకా ఇంచుమించు హిమాంకం (నీరు గడ్డకట్టు ఉష్ణోగ్రత) (freezing point) వద్ద ఉంటుంది.

జంతువులకూ, మొక్కలకూ సముద్రం ఆలంబనంగా ఉంది. జంతువులు బహుసూక్ష్మమైనవి లగాయతు పెద్ద పెద్ద తిమింగిలాలవరకూ రకరకాల పరిమాణాలలో ఉంటాయి. చిన్నజంతువులు పెద్దజంతువులకన్న అధికసంఖ్యలో ఉంటాయి. మొక్కలుమాత్రం అధికంగా బహుసూక్ష్మపరిమాణంలో సముద్రశైవాల (sea-weeds) వంటివి ఉంటాయి. ఉష్ణమండలపు తీరప్రాంతాలలో లోతు తక్కువగా ఉన్నచోట్ల పగడపుజీవులు పెద్ద పెద్ద (reef) మిట్టలను తయారుచేస్తాయి.

అలలు—పాటూ - పోటూ

అపరదన, నిక్షేపణ ప్రక్రియలు రెంటిచేతనూ అలలు చాలా ప్రముఖమైనవి. సముద్రతలంమీద గాలి ఒరపిడి వత్తిడులవల్ల అలలు పుడతాయి. *తరంగాకృతి* గాలివీచే దిశలో కదులుతున్నప్పటికీ నీరుమాత్రం బహుస్వల్పంగా మాత్రమే ముందుకి కదులుతుంది. తరంగంలోని జలకణములు నిట్టనిలువుగా, ఇంచుమించు వృత్తాకారకక్ష్యలలో కదులుతాయి. వాలుగాఉన్న నేలకలిగిన తీరంవైపు తరంగం ప్రయాణంచేసినప్పుడు, తరంగం పొట్టిగానూ, ఉన్నతంగానూ మారి, ఎక్కువ వాలుకలిగిన చంద్రరేఖాకారపు తరంగాగ్రం ఏర్పడుతుంది. క్రిందిభాగపు చలన వేగం తగ్గడంచేత పైభాగం దానిమీదుగా ముందుకీ, కిందికీ తూలి అల ఒడ్డుమీద *విరుగుతుంది.* అల విరిగే ప్రదేశాన్ని "*భగ్నోర్మిమండలం*" *(breaker zone)* అంటారు. ముందుకి పరుగెత్తే ఈ నీరు అవసాదాలను తనతో తీసుకువస్తుంది. వాలుగాఉన్న ఒడ్డుపైకి ఎక్కిన నీరు తిరిగి వెనుకకు సముద్రంలో పడుతుంది. దీనిని *అధఃప్రవాహం (undertow)* అంటారు. లోతు పెరిగినకొద్దీ తరంగగమనం వేగంగా తగ్గిపోతుంది. ఒకపాటి బలమైన తరంగాలు సుమారు 70 మీ. లోతున ఉన్న మెత్తని వదులుగాఉన్న అవసాదాలను ఇంచుమించు కదపనేలేవు. పెద్ద తుఫాను తరంగాలు కదిలించగలిగిన గరిష్ఠమైన నీటిలోతు సుమారు 200 మీటర్లు.

సముద్రంమీద సూర్యచంద్రుల విభేదీ ఆకర్షణ (differential attraction) వల్ల సముద్రజలం ఆవర్తికం (periodic) గా పైకీ కిందికీ లేచి పడుతూ ఉండడాన్ని *పోట్లు* అంటారు. ఏకసమయంలో భూమికి విపరీత పార్శ్వములలో (opposite sides) రెండు పోట్లు వస్తాయి. ప్రతి పోటూ భూమిచుట్టూ తూర్పు నుంచి పడమటిదిశలో 24 గం. 52 ని. ఒక్కొక్కసారి పూర్తిప్రదక్షిణంచేస్తుంది.

ప్రతిరోజూ రెండు పోట్లు, రెండు పాట్లూ ఉండడంచేత చాలాభాగం తీరప్రాంతాలలో సుమారుగా ప్రతి 12 గం. 26 నిమిషాలకీ పోట్లు కనిపిస్తాయి; వీటికి సరిగ్గా మధ్యలో పాట్లు ఉంటాయి. నీరు పైకిలేవడాన్ని వరదపోటు *(flood tide)* అంటారు. ఒడ్డుకివచ్చే అలలలాగకాక, వరదపోటు క్రమక్రమంగా రావడంచేత ఇది వస్తున్నట్లే తెలియదు.

పాటువల్ల నీటిమట్టం పెరిగి, తీరరేఖను మార్చడంలో తరంగాలపని సుకరం అవుతుంది. పాటువేళ ప్రవాహాలు కోతకోసి, అవసాదాలను మోసుకుపోతాయి. తరంగాలకన్న చాలా లోతుగా పోటుప్రవాహాలవల్ల సముద్రపునేల కలచబడుతుంది.

నీటిమట్టం కిందికి పడిపోవడాన్ని పాటు *(ebb tide)* అంటారు. ఈ సముద్రాభిముఖప్రవాహాలుకూడా ప్రముఖమైన అపరదన, సంవహనకారకములే.

హుగ్లీ విషయంలో పాటుపోటుల ప్రభావం ఆలంగీ, భాగీరథీనదీసంగమస్థలం వరకూ కనిపిస్తుంది. కలకత్తాదగ్గర పాటుపోటులు చాలా బలీయమైనవి కావడంతో తత్ఫలితమైన హుగ్లీనదీజలచలనములు నదీముఖంవద్ద వేరే డెల్టా ఏర్పడకుండా అడ్డుకుంటున్నాయి. కాని డైమండ్ హార్బరుకింద నిరంతరాయంగా నిక్షేపణం జరుగుతోంది; దానివల్ల హుగ్లీ దామోదరనదీసంగమస్థలానికి దిగువను ఏర్పడిన జేమ్స్, మేరీ ఇసుకదిబ్బలవంటి దిబ్బలు ఏర్పడుతున్నాయి.

గళ్లాకారపు ''ఏస్చ్యువరీల'' లోనూ, కొన్ని పెద్దనదులలోనూ పోటువల్ల నీరు ఒకచోట గుమిగూడి ''వేధలు'' *(bores)* అనబడే ఉన్నత తరంగాలు తయారై, అఖాతములలోకీ, నదులలోకీ నీరు అమితవేగంతో ప్రవహించగా, అందు నీటిమట్టం ఇరవయ్యేసి మీటర్లవరకూ కూడా పెరిగిపోతుంది. హుగ్లీనదిలో వేధలు వేగానికీ, ఉరవడికీ ప్రసిద్ధమైనవి. సుమారు గంటకి 30 కి. మీ. వేగంతో నదికి ఎదురెక్కే ఈ తరంగాలు 1·5 మీ. ఎత్తుమేర ఉంటాయి.

సాగరీయ ప్రవాహాలు

అట్లాంటిక్, పసిఫిక్ మహాసముద్రాల భూమధ్యరేఖాప్రాంతాలలో వ్యాపార పవనాలవల్ల పశ్చిమాభిముఖంగా విపులమైన ఉపరితలీయప్రవాహాలు ఏర్పడుతాయి.

ఈ ప్రవాహాలు తీరానికి తగిలి, రెండుగా చీలి, ఒకటి ఉత్తరానికీ, ఒకటి దక్షిణానికీ ప్రవహిస్తాయి. ఇవి రెండూ మహాసముద్రంలో తూర్పుగా ప్రవహించి, దానిని దాటి, ఆఖరికి వెనుకకు మళ్ళి, భూమధ్యరేఖాప్రాంతానికే వస్తాయి. ఈ విధంగా ఈ రెండు మహాసముద్రాలలోనూ పెద్ద పెద్ద భంవరధారలు (eddy currents) ఒకటి భూమధ్యరేఖకు ఉత్తరంగానూ, మరొకటి దక్షిణంగానూ ప్రవహిస్తూ, మధ్యలో సాపేక్షంగా ప్రశాంతమైన జలం కలిగిఉంటుంది. వెడల్పుగా, నెమ్మదిగా ప్రవహించే ఈ ధారలు భూభాగాన్ని సమీపించినప్పుడు సన్నంగా ఉరవడితో పారి 'ప్రవాహాలు' గా మారుతున్నాయి.

సాగరీయప్రవాహాలవల్ల శీతోష్ణస్థితిలో మార్పులు వస్తాయి. మలబారు, కొంకణ తీరములలో ఉండవలసిన ఉష్ణవాతావరణం దక్షిణాభిముఖప్రవాహాలవల్లనూ, అరేబియాసముద్రంనుంచి వీచే వాయువ్యాభిముఖపవనాలవల్లనూ చల్లబడుతుంది. వర్షాకాలంలో వెచ్చని ఋతుపవనప్రవాహాలవల్ల తద్వ్యతిరేకఫలితం కానవస్తుంది. భారతదేశపు నైఋతి ఋతుపవనకాలపు ఉచ్ఛదశలో తూర్పు ఆఫ్రికాతీరం శీతజల ప్రవాహాలవల్ల చల్లబడుతుంది. ఆఫ్రికాతీరం దాటేక ఈ శీతలజలప్రవాహాలవల్ల అరేబియాసముద్రం మరీ చల్లనై పగడపు పురుగులకు నివాసయోగ్యం కాకుండా ఉంది. మలబారుతీరప్రాంతంలో, అరేబియాసముద్రజలాలు వెచ్చబడగా అందు పగడపు పురుగులు జీవించడాని కాస్కారం కలుగుతుంది. లక్షద్వీపములలోనూ, మాల్దీవులలోనూ కనిపించే అతోలములు (atolls) వీటికి నిదర్శనాలు.

అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో పరావర్తిత భూమధ్యరేఖాప్రాంతప్రవాహాలలో ఒకభాగం కరీబియన్ సముద్రంలోకీ, మెక్సికో సింధుశాఖలోకీ ప్రవహించి 'గల్ఫ్ స్ట్రీమ్' (*Gulf Stream*) అనబడుతోంది. ఇది సాగరీయప్రవాహాలలో అతిముఖ్యమైనదీ, వేగవంతమైనదీనూ.

ఉచ్ఛ్రితాదర్శక వక్రరేఖ

సముద్రపు అడుగుభాగంలో ఎత్తైన పర్వతశ్రేణులు, పీఠభూములు, సముద్రాంతర్గత అగ్నిపర్వతాలు, లోయలు ఉన్నప్పటికీ మొత్తంమీద నేలమీదకన్న సముద్రపు అడుగుభాగం నున్నగా ఉంటుంది. సముద్రంలో మునిగిఉన్న

ఖండముల 'ప్లాట్‌ఫారపు' భాగాన్ని *ఖండీయమగ్నతటభూమి* (*continental shelf*) అంటారు (*12 వ చిత్రపటము*). వాలునుబట్టి ఖండీయమగ్నతటభూమితీరము నుంచి వివిధదూరాలలో ఉంటుంది. సముద్రంలో సుమారు 75 నిలువులు లేదా 135 మీ. లోతువరకూ ఖండీయమగ్నతటభూమి ఉంటుంది. ఇక్కడినుంచి సముద్రపునేలకు వాలు చాలా అధికం. ఈ వాలు నిట్టనిలువుగాఉన్నా క్రమంగా ఉన్నా *ఖండపువాలు* (*continental slope*) అంటారు. సంరచనాత్మకంగాచూస్తే, పైకి కనిపించే తీరరేఖలుకాక, ఖండీయమగ్నతటభూమి అంచులనుంచే *సాగర ద్రోణి* మొదలు అయినట్లు భావించాలి.



పటము 12. ఉచ్ఛ్రతాదర్శక వక్రము

1. లోపలి మైదానము
2. పీఠభూమి
3. కొండ
4. తీరమైదానము
5. భూఖండముయొక్క అంచు
6. అధి భూఖండీయ సముద్రము
7. ఖండీయమగ్నతటభూమి
8. ఖండముయొక్క అంచు పైభాగము
9. ఖండపు వాలు
10. మహాసముద్రద్రోణి.

హిందూమహాసముద్రపు ఉత్తరశాఖలయిన అరేబియాసముద్రము, బంగాళాఖాతము అనబడే రెండు భారతదేశపు సముద్రాలూ క్రెటేషస్ లేదా చతుర్థమహాయుగంలో గొండ్వానాఖండము భగ్నంకావడంవల్ల ఏర్పడ్డాయి. ఈ రెండు సముద్రాలలోనూ ఖండీయమగ్నతటభూమి ఇదీ అని ఖచ్చితంగా చెప్పడానికి వీలులేదు. 200 మీటర్ల నిమ్నరేఖ (depth line) వరకూ విస్తరించిఉన్న ఖండీయమగ్నతటభూమి తీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా నడుస్తుంది.

100 మీటర్ల లోతువరకూ గల భాగం ఖండీయమగ్నతటభూమిలో ప్రముఖమైనది. ఈ మండలం కథియావార్‌కి దక్షిణాన 350 కి. మీ. వెడల్పున గంగానది డెల్టాకు దక్షిణాన 220 కి. మీ. వెడల్పున ఉంది. సామాన్యంగా ఈ మండలం వెడల్పు తూర్పుతీరాన 50 కి. మీ. నుంచి, ద్వీపకల్పపు పడమటితీరాన 100 కి. మీ. వరకూ ఉంటుంది.

బొంబాయితీరంవద్ద ఖండీయమగ్నతటభూమి గరిష్ఠపు వెడల్పు సుమారు 350 కి. మీ. ఈ మగ్నతటం రెండు ప్రముఖమైన వేదికలుగా ఉంది. ఈ రెండు వేదికలూ 50 మీటర్ల అగాధికసమోచ్ఛరేఖ (bathymetric contour) చేత విభక్తమై ఉన్నాయి. దక్కన్‌ట్రాపు ప్రవాహాలవల్ల ఈ వేదికలు ఏర్పడి ఉండవచ్చు. విపులమైన ఈ సముద్రాంతర్గత ప్లాట్‌ఫారమ్ దక్షిణాన, కన్యాకుమారి అగ్రంవరకూ సన్నబడి 30 నుంచి 100 కి. మీ. మధ్యన ఉంటుంది. సముద్ర మగ్నం అయిందనడానికి నిదర్శనం బొంబాయితీరానగల వేదికలుమాత్రమేకాక, పశ్చిమఖండీయమగ్నతటభూమిమీద తీరములు - ముఖ్యంగా డైరెక్షన్, అంగ్రియా ఎలికాల్పెనీ తీరములుకూడా కనిపిస్తున్నాయి. అక్షద్వీపములను, మాల్దీవుద్వీపాలను సాదీవా అతోలముతో కలిపే రెడ్జి (శిలాఫలకం) సముద్రంలో మునిగిఉంది.

మన్నార్‌సింధుశాఖకు ఉత్తరమున, గంగానది డెల్టాకు దక్షిణమున మినహాయిస్తే ప్రాక్‌ఖండీయమగ్నతటభూమి వెడల్పు పశ్చిమానకన్న తక్కువ. మన్నార్ సింధుశాఖకు ఉత్తరాన హిందూదేశంనుంచీ, సింహళంనుంచీ భూభాగం నాలుక వలె సాచి ఉంది. ఈ రెండింటినీ కలుపుతూ సాగరంలో మునిగిఉన్న రీఫ్ (శైలభిత్తి) ఒకటి ఉంది. దీనిని "ఆడమ్ వంతెన" (Adam's bridge) అంటారు. ఇది నీటిమట్టానికి 4 మీ. లోతున మాత్రమే ఉంది. హిమనదీ మహాయుగానంతరం (post glacial period) సముద్రపుమట్టం పెరిగి, సింహళ భారతదేశాలమధ్య సంబంధాన్ని మగ్నంచేసిందనడానికి ఇది నిదర్శనం. భారతీయ ద్వీపకల్పపు ప్లాట్‌ఫారమ్‌లో ఇది ఒక భాగం. ఇండియా సింహళములమధ్య ఉన్న మగ్నతటభూమిలాకాక, గంగానది డెల్టాకు దక్షిణంగా లోతు తక్కువగా ఉన్న ఖండీయమగ్నతటభూమి నిజానికి ఒక అవసాదీయమైదానం. ఇందులో జలమగ్నమైన కేన్యాన్ (canyon) ఉంది. ఇది బహుశా ఖైరవ్ అనబడే

పూర్వపు వంగదేశనదీశయ్య అయిఉండవచ్చు. ఈ భాగపు బంగాళాఖాతంలో దక్షిణచీనాసముద్రంలో ఉన్నటువంటి జలమగ్నదరీవ్యవస్థ ఉంది.

సాగరీయ నిక్షేపములు : సాధారణంగా సముద్రపులోతు అధికమైనకొద్దీ అక్కడ సముద్రపునేలమీద చేరే అవసాదములు మరింత మరింత సూక్ష్మంగా ఉంటాయి. ఇవి షింగిల్, ఇసుక, సిల్ట్, బురద అనే వరుసలో ఉంటాయి. సముద్రపునేలమీద సాగరీయనిక్షేపముల ఉనికినిబట్టి వాటిని వర్గీకరించవచ్చు. పోటుకీ పాటుకీ *మధ్యతీరస్థనిక్షేపములు (littoral deposits)* ఏర్పడుతాయి. బీచి అఖాతనిక్షేపములు ఇందులోకే వస్తాయి. ఖండీయమగ్నతటభూమిమీద ఏర్పడే నిక్షేపాలను *అగభీరజల నిక్షేపములు (shallow water deposists* లేక *neritic deposits)* అంటారు. ఖండీయ మగ్నతటభూమికి బయట ఏర్పడే నిక్షేపాలను *అగాధజలనిక్షేపములు (deep sea deposits)* అంటారు. *బురద, సింధుపంకము (oozes)* ఇందులోకి చేరుతాయి. ఖండపువాలుమీది నిక్షేపములు *అగాధక్షేత్రానికి (bathyal zone)* సంబంధించినవి. అగాధక్షేత్రం విస్తరించే లోతు మారుతూ ఉంటుంది. కానీ ఇది సామాన్యంగా 2000 నిలువులు లేదా 4000 మీ. లోతు అని నిర్ణయించవచ్చు. ఇంకా లోతున *మహాగాధక్షేత్రం (abyssal zone)* ఉంటుంది. ఈ క్షేత్రంలో ఎర్రమట్టి, అగాధ సింధుపంకము ఉంటాయి. ఈ పంకంలో ప్టెరోపాడ్‌లు (pteropods), గ్లోబిజెరీనా (globigerina), డయాటములు (diatomes), రేడియోలారియా (radiolaria) ఉంటాయి. ఈ క్షేత్రంలో ఉష్ణోగ్రత ఎల్లప్పుడు 4° సెంటిగ్రేడు లోపులోనే ఉంటుంది.

సాగరీయనిక్షేపములను ఉత్పత్తిస్థానాన్నిబట్టి వర్గీకరించవచ్చు. నదులవల్ల, హిమనదులవల్ల, గాలివల్ల, తీరఅపరదనంవల్ల నేలమీదనుంచి వచ్చిన నిక్షేపము లను *స్థలజాతనిక్షేపములు (terrigenous deposits)* అంటారు. తీరస్థ, అగభీర క్షేత్రాలలోని షింగిల్, గులకరాళ్లు, ఇసుక, బురద, అగాధక్షేత్రానికి సంబంధించిన పంకములు, ఇసుకలూ ఈ తరగతిలోకి వస్తాయి. *రాసాయనిక నిక్షేపములు* సముద్ర జలంనుంచి సూక్ష్మజీవుల సహాయంతోగాని, సహాయంలేకుండాగానీ అవక్షేపిత ములు అవుతాయి. ఓలిటిక్ ఇసుకలు (oolitic sands), కాల్షియమయపంకములు

(calcareous muds) అగభీరమండలములలోని బాష్పావశేషములు (evaporites), అగాధక్షేత్రములలోని గ్లకొనైటు (glauconite), పైరైటు దీనికి ఉదాహరణములు. గుల్లలు, గుల్ల ఇసుకలు, పగడపుదిబ్బలు, పగడపుఇసుకలువంటి సాగరజీవుల కాల్షియమయ, సిలికామయకవచములు *అర్గానిక నిక్షేపముల* కిందికి వస్తాయి.

సముద్రముల, మహాసముద్రముల నేలలు

కోరింగ్ (coring), బాథిస్కాఫీ అవరోహణ (bathyscaphic descent) తదితర భూభౌతికపద్ధతులు సముద్ర మహాసముద్రతలములకు సంబంధించిన మన విజ్ఞానాన్ని పూర్తిగా మార్చివేశాయి. ప్రత్యేకమైన పరికరములు అమర్చిన ఓడల నుంచి పరిధ్వనికతరంగాలను (supersonic waves) సముద్రతలానికిపంపి, వాటి పరావర్తనములను "చార్ట్" (chart) మీద నమోదుచేస్తున్నారు ప్రస్తుతం. వీటిని *ప్రతిధ్వని చిత్రములు* (*echograms*) అంటారు. వీటినుంచి సముద్రతలము యొక్క ప్రొఫైలు తెలుస్తుంది. మహాసముద్రాలలోని ద్వీపాలు ముఖ్యంగా అగ్నిపర్వతశిఖరాలు, పగడపుదీవులు, సముద్రపు అడుగునుంచి పైకిలేచి, వాటి చుట్టూ విశాలమైన, రూపరహితమైన మైదానాలు ఉంటాయనీ పూర్వం నమ్మేవారు. ఆ అభిప్రాయం మారి, సముద్రపునేలమీద పెద్దపెద్ద పర్వతపంక్తులు, శిఖర సమూహాలూ ఉన్నట్లుగా తెలియవచ్చింది ప్రస్తుతం. కొన్ని పర్వతశిఖరాలు సముద్రపునీటిమట్టంకన్న పైకిలేచి ద్వీపముగా కనిపిస్తున్నాయి. కాని చాలాభాగం నీటిలో మునిగే ఉన్నాయి. వీటిని *జలశిఖరములు* (*sea mounts*) అంటారు. వాటి శిఖరములు శంఖును కోసినట్లు చదునుగాఉంటే వాటిని "*గయోట్లు*" (*guyots* లేక *table mounts*) అంటారు.

సాగరీయ పర్వతాలు : అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశోధకశాఖవారి పరిశోధనలవల్ల హిందూమహాసముద్రాన్నిగురించిన మన విజ్ఞానం బాగా పెరిగింది.

సముద్రపునేలకు సంబంధించిన కొత్త రూపురేఖలు కనుగొన్నారు, చిత్రించారు. 90° తూర్పురేఖాంశందగ్గర బంగాళాఖాతంలో ఆగ్నేయభాగంనుంచి సుమారు 32° దక్షిణంవరకూ ఉత్తర దక్షిణాలకు విస్తరించిన అవిచ్ఛిన్న పర్వతశ్రేణి కనబడింది. దీనిని తూర్పుఇండియా సాగరపర్వతశ్రేణి లేక 90° తూర్పు రిడ్జి అంటారు.

ఇది సుమారు 2500 మీ. ఎత్తు, 5750 కి. మీ. పొడవు ఉంది. 32° ద. వద్ద ఈ రిడ్జికి లంబంగా ఆస్ట్రేలియావైపు 650 కి. మీ. దూరం విస్తరించిన అగభీరం (shoal) ఉంది.

హిందూమహాసముద్రంలోని ముఖ్యమైన పర్వతమాలికను "కార్ల్స్‌బర్గ్ రిడ్జి" అంటారు. ఇది ఏడెన్ సింధుశాఖవద్ద మొదలై, ఆగ్నేయంగా విస్తరించి. తరువాత హిందూమహాసముద్రపు మధ్యభాగానికి సాగి, సుమారు 25° ద. వద్ద రెండు శాఖలుగా విడిపోతోంది. ఒకభాగం ఆఫ్రికా దక్షిణభాగానికిచేరి, మధ్యఅట్లాంటిక్ రిడ్జితో కలుస్తోంది. మరొకటి ఆస్ట్రేలియా దక్షిణభాగానికివెళ్ళి అక్కడి తూర్పు-పసిఫిక్ రిడ్జితో కలుస్తోంది. అరేబియను ద్వీపకల్పందగ్గర కారల్స్‌బర్గ్ రిడ్జి భగ్నమై 400 కి. మీ. దూరం జరిగిఉంది. అరేబియాసముద్రంలో విస్తరించిన జాన్ ముర్రే భ్రంశానికీ దీనికీ సంబంధం ఉన్నట్లుంది. పర్వతశ్రేణీశిఖరాలు స్థలాకృతిలో స్ఫుటంగా కనిపిస్తాయి, మిగిలిన సముద్రపురిడ్జిలలాగే.

ఇవి ఆకుంచనం (buckling) వల్లనూ, భూమ్యంతర్భాగంనుంచి పైకి వేడిమి ప్రవహించడంవల్లనూ ఏర్పడ్డట్లుగా ఊహించబడుతున్నాయి.

హిందూమహాసముద్రపు ప్రాక్పశ్చిమభాగాలలో సాగరశిఖరాలుకూడా కనుగొనబడ్డాయి.

సాగరీయ కేన్యానులు : అనేకతీరాలలో సాగరంలోపల కందకాలు (trenches) లోతైనవీ, నిట్రమైన గోడలుగలవి, భూమిమీద కేన్యానులవంటివే ఉన్నాయి. ఖండీపాతము (continental margin) తరుచుగా అటువంటి కందకాలచే కోయబడిఉంది. అవి ఖండీయమగ్నతటభూమి బయటిఅంచుదగ్గర మొదలుఅయి ఖండపువాలులో అనేక కిలోమీటర్లదూరం గడిచి సముద్రమట్టానికి సుమారు 2000 మీటర్ల లోతుదాకా విస్తరించిఉన్నాయి. అవి వంకరటింకరగా నడిచిన నదీశయ్యలలాగా, వృక్షాభనదీవ్యవస్థలాగా, V ఆకారపు అనుప్రస్థ ప్రొఫైలులలాగానూ ఉంటాయి. వీటిలో కొన్ని నిజానికి మునిగిపోయిన నదీలోయలే.

సాగరీయ కేన్యానులు ఏ విధంగా ఉద్భవించాయన్న విషయం వివాదాస్పదంగా ఉంది. అవి అపరదనంవల్ల ఏర్పడ్డాయనడానికి సందేహంలేదు. బహూకరిన్నమైన

శిలలగుండా అవి కోయబడిఉండడాన్నిచూస్తే బలీయమైన అపరదనకారకం పని చేసి ఉండాలని తెలుస్తుంది. ఈ కేన్యానులు చాలాభాగం సామాన్య సాగరీయ ప్రవాహాలు, అలలూ ప్రభావితంచేయలేనంత లోతులో ఉన్నాయి. తీవ్రమైన తుఫానులలో చెలరేగిన అలలవల్ల కొత్త సాగరీయ అవక్షేపములు కెలకబడి ఏర్పడ్డ *పంకాన్విత ప్రవాహాల (turbidity currents)* వల్ల సాగరీయ కేన్యానులు కోయబడినవని ప్రస్తుతం చాలామంది విశ్వసిస్తున్నారు. అటువంటి బురద ప్రవాహాలు సముద్రపునేలమీది సన్నని గుంటలలోకి ప్రవహిస్తే బలీయమైన అపరదనకారకములుగా పనిచేస్తాయి.

అంతర్జాతీయ హిందూమహాసముద్ర పరిశీలకులు బంగాళాఖాతంలోనూ, తూర్పు అరేబియాసముద్రంలోనూ జరిపిన అన్వేషణలలో గంగా, బ్రహ్మపుత్ర, సింధు నదుల అవసాదవిసర్జనాసంబంధమైన వితలీయతలములు (abyssal planes) చిన్నచిన్న కేన్యానులు పంకాన్విత ప్రవాహాశయ్యలు కనబడ్డాయి. బంగాళాఖాతములో ఈ ప్రవాహాశయ్యలు వంకరలుగా తిరిగి, చీలిపోతూ, తిరిగి కలుసుకుంటూ, నేలమీది జగఅల్లిక నదులనుపోలి, ఆ తలముఇ ఉన్నంతపొడుగునా వర్తిస్తూ, అఖాతానికి ఇరుప్రక్కలా ఉపశాఖలు కలిగిఉన్నాయి. బంగాళాఖాతముఖంలోఉన్న "స్వాచ్ ఆఫ్ నో గ్రౌండు" దగ్గర ఉన్నట్లుగా కేన్యానులరూపంలో ఉపశాఖలు ఖండపువాలులమీద ఉత్పత్తిఅవుతున్నట్లు తోస్తుంది. ఆంధ్రప్రదేశ్ తీరప్రాంతంలో ఆంధ్రా, మహాదేవన్, కృష్ణా అనే పేరులుగల నిమ్నతలములు కనబడ్డాయి. తమిళనాడుతీరప్రాంతంలో పుదుచ్చేరికి 60 కి.మీ. ఈశాన్యంగానూ, పోర్టోనోవోకి 20 కి. మీ. తూర్పుగానూ ఇటీవల మరికొన్ని సాగరీయ కేన్యాను శ్రేణులు కనబడ్డాయి. ఈ కేన్యానులన్నీ కుండలవంటి ఉన్నతప్రదేశాలను V ఆకారపు లోయలు కలిగిఉన్నాయి.

ద్వీపములు, పగడపు మిట్టలు

చిన్నచిన్న రాళ్ళదగ్గరనుంచి ఆస్ట్రేలియావంటి పెద్దద్వీపాలవరకూ సముద్ర ద్వీపాలు 'అనేక'రకాల పరిమాణాలలో ఉంటాయి. పటలవిరూపణము, తరంగ నిక్షేపణము, తరంగాపరదనము, అగ్నిపర్వతక్రియాశీలత, జీవుల క్రియాశీలతల వల్ల ఈ దీవులు ఏర్పడుతాయి.

జీవుల క్రియాశీలతవల్ల ఏర్పడ్డ దీవులు *పగడపు దీవులు.* పగడపు పురుగులు సముద్రంలో 20°C కన్న తక్కువకాని ఉష్ణోగ్రత ఉన్నచోట నివసిస్తాయి. ఈ పగడపు పురుగులు సముద్రపునీటినుంచి కాల్షియం కార్బనేటును స్రవిస్తాయి. పగడపుజీవుల శరీరావశేషాలు సంచితంఐయి ఏర్పడిన దీవులనిగాని, సన్నని పొడుగుపాటి గోడలనుగాని *పగడపు రీఫ్‌లు (ప్రవాళభిత్తి)* అంటారు. సముద్ర తీరానికి దగ్గరలోఉన్న రీపును *తీరస్థప్రవాళభిత్తి (fringing reefs)* అంటారు. తీరానికి దూరంగా, తీరానికి సుమారు సమాంతరంగాఉన్న రీఫ్‌ని *రోధీప్రవాళభిత్తి (barrier reef)* అంటారు. ఒక లాగూన్‌చుట్టూ ఇంచుమించు వృత్తాకారంలో ఏర్పడ్డ రీఫ్‌ని *అతోలము (atoll)* అంటారు. *అల్గే (algae)* అనేవి మంచినీటి లోనూ, ఉప్పునీటిలోనూకూడా నివసించే సూక్ష్మవృక్షసంబంధమైన జీవులు. ద్రావణములోనుంచి అవి కాల్షియం కార్బనేటును అవక్షేపించి '*టుఫా*' *(tufa)* అనబడే నిక్షేపాలను ఏర్పరుస్తాయి.

హిందూదేశానికి సంబంధించిన దీవులు బంగాళాఖాతంలోనూ, అరేబియా సముద్రంలోనూకూడా ఉన్నాయి. బంగాళాఖాతంలోఉన్న దీవులు సముద్రంలో మునిగిఉన్న పర్వతాల కొనలే. అరేబియాసముద్రంలో ఉన్నవి పగడపు దీవులు.

బంగాళాఖాతంలో ఉన్న ద్వీపపుంజము ఉత్తర ఈశాన్యదిశనుంచి దక్షిణ-ఆగ్నేయదిశకు వ్యాపించి 6°45', 14° ఉత్తర అక్షాంశములమధ్యను, 92°, 94° తూర్పు రేఖాంశములమధ్యను ఉన్నాయి. ఈ ద్వీపపుంజంలో ముఖ్యమైనవి అండమాన్ నికోబార్‌దీవులు. వీటికి అవతల బేరన్, నర్కొండమ్ దీవులు ఉన్నాయి. ఇవి ఆరిపోయిన అగ్నిపర్వతాలు.

అరేబియాసముద్రంలో అమీన్‌దీవి, లక్షద్వీపాలు, మినికోయ్‌ద్వీపాలు ఉన్నాయి. ఇవి అన్నీ పగడపు దీవులే. వీటికన్నింటికీ తీరరేఖకు సమీపంలో తీరస్థప్రవాళభిత్తికలు ఉన్నాయి.

పదునేడవ ప్రకరణము

తీరరేఖలు - తీరస్థదృశ్యములు

తరంగాపరదనము

సముద్రక్రియ, తత్ఫలితములనుగురించి ఈ ప్రకరణములో మరికొంత తెలుసుకుందాం. తీరములలో మార్పులు తీసుకురాగల శక్తి ముఖ్యంగా పోటుపాటుల తరంగములవలన నీటి కదలికలనుంచి వస్తోంది. సముద్రతీరముల భౌతిక, భౌగోళిక అభివృద్ధితీరపు రిలీఫ్‌మీదనూ, అక్కడి శిలల సంరచన, సంయోజనముల మీదనూ ఆధారపడి ఉంటుంది.

అలలు విరిగేటంత వాలునేల ఉంటే నీరు బలంగా తీరాన్ని తాకుతుంది. ఈ ద్రవప్రేరిత పీడనము నిట్రమైన కొండలనుంచి బండరాళ్ళను తొలగిస్తుంది. రాళ్ళమధ్యనున్న సందులలోనూ, పగుళ్ళలోనూ ఉన్న గాలి విరిగే అలలవల్ల సంకోచింపబడుతుంది. అలలు తిరిగి వెనుకకు వెళ్ళిపోయినప్పుడు హఠాత్తుగా ఆవత్తిడి తగ్గిపోతుంది. వ్యాకోచించే గాలి ఒక్కసారి పేలినట్లై, వదులువదులుగా ఉన్న బండరాళ్ళను బయటికి తోసివేస్తుంది. రాతిముక్కలతో కలిసిన బలమైన తరంగాలు నిట్రపుకొండను తరుచు ఢీకొంటే తీరాన్ని నాశనంచేయగల శక్తివంతమైన కారకం కాగలదు.

పోటుసమయంలో తీరంమీద విరిగే అలల ఎత్తు తరంగముల ప్రత్యక్షక్రియకు గరిష్ఠపరిమితి అనవచ్చు. కాని క్రిందికోత (under cutting) వల్లనూ, గుహలు దొలవడం (caving) వల్లనూ, తరంగక్రియయొక్క మొత్తం ఫలితం చాలా అధికంగా ఉంటుంది.

మధ్యస్థమైన ఔన్నత్యంకలిగిన తీరస్థభూమిని తరంగములుకోస్తే నిట్రమైన తీరం ఏర్పడుతుంది. దీనిని *"సాగరభృగువు"* (*sea cliff*) అంటారు *(21 వ చిత్రపటం)*. అటువంటి భృగువు తరంగాపరదనంవల్ల వెనుకకు క్రమంగా జరుగుతుంది. భూభాగంవైపున భృగువుకీ, సముద్రంవైపున తరంగక్రియవల్ల

లోతు అధికం అవుతున్న నీటికీ మధ్య అగభీరజలమగ్నతటభూమి (shallow water shelf) ఏర్పడుతుంది. దీనిని *తరంగకృత్తవేదిక* (*wave cut terrace*) అంటారు. ఈ తరంగకృత్తవేదికను *బెంచ్, షెల్ఫ్, ప్లాట్‌ఫారమ్, మైదానం* అనికూడా అంటారు. తీరరేఖ భూభాగంవైపు కోయబడినప్పుడు *స్టేకులు* (*stacks*= *అలగ్న స్తంభములు*) *గుహలు, కోవ్ లు* (*coves*= *లఘునివేదికలు*) *ద్వీపములు*, తదితర అపరదనావశేషములు తరంగకృతవేదికలమీద వదిలివేయబడుతాయి. భృగువుల క్రిందిభాగాలు సులభంగా కోయదగిన రాళ్ళను కలిగిఉంటే తరంగక్రియవల్ల *సాగరీయ గుహలు* (*sea caves*) ఏర్పడతాయి. శిలాతీరంవెంబడిని అసమానంగా తరంగాపరదనం జరిగితే భృగుభాగాలు కొన్ని ఏకాంతంగా వదిలివేయబడతాయి. వీటిని స్టేకులు అంటారు. తీరం వెంబడిని త్వరగా అరిగిపోయే శిలలు కఠినశిలల మధ్యను ఉంటే తరంగాలు మెత్తని శిలలను అరగదీసి *కోవ్ లను, అఖాతములను* (*bays*) ఏర్పరుస్తాయి. కఠినశిలాభాగాలు ముందుకు పొడుచుకువచ్చి *శిరోభూములు* (*head lands*) ఏర్పడుతాయి.

తరంగకృతవేదిక భూమ్యుత్థాపనంవల్ల *సాగరీయ అపరదిత మైదానం* (*plain of marine erosion*) అవుతుంది. కొన్నివిషయాలలో ఇది నదీనిర్మితప్రాయ మైదానాన్ని పోలిఉంటుంది. అటువంటి వేదికాతలము వివిధ సంయోజన సంరచనలుగల అనేకరకాల శిలలలోనికి కోసుకుని విస్తరించిఉంటుంది. నదీనిర్మితప్రాయ మైదానంలోకన్న దీని ఉపరిభాగం మరింత నున్నగానూ, అపరదనావశేషాలు మరింత నిట్రమైన పక్కలు కలిగి ఉంటాయి. నిట్రమైన పక్కలుగల ఏకాంత శిలలు (ఒకప్పుడవి దీవులు) కలిగిన సముద్రాపరదితదీర్ఘమైదానానికి చక్కని ఉదాహరణ ఒకటి ఇండియాకు తూర్పున కనబడుతుంది.

సముద్రతీరంలో అలలకు అందుబాటులోగల అదృఢపదార్థనిక్షేపాలను *బీచ్ లు* అంటారు. వాలు తక్కువగాఉన్న తీరస్థమైదానములందు ఇవి చక్కగా ఏర్పడతాయి. తరంగనిర్మితవేదికలు సన్నంగా ఉన్నచోట, అధఃప్రవాహములు, తీరస్థప్రవాహాలూ నేలను కోయగా వచ్చిన పదార్థాలను తీసుకుపోయి లోతునీటిలో నిక్షేపిస్తాయి. ఈ విధంగా తీరరేఖకు దూరంగా క్రమంగా బీచ్ లు ఏర్పడుతాయి. ఈ విధంగా సముద్రంలోకి నేల విస్తరిస్తుంది. కొన్ని బీచ్ లు శిఖరం కలిగి రిడ్జిల

వలె ఉండి, సముద్రంవైపుకన్న భూమివైపు ఎక్కువ నిట్రంగా ఉంటాయి. మరికొన్ని తీరంమీద అలలచేతనూ, ప్రవాహాలచేతనూ విస్తరింపబడిన విశాల అవక్షేప ఫలకములు. వాటిలో ఇసుక, కంకర లేక గులకరాళ్లు ఉండవచ్చు.

అధఃప్రవాహాలవల్ల సముద్రంలోకి మోసుకుపోబడిన ద్రవ్యం తరుచుగా తీరానికి కొద్దిదూరంలో సంచితమై తీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా పొడుగ్గా *రోధీపులినము* (*barrier beach*) లేదా *రోధీరోధికలు* (*barrier bars*) లేదా *రోధీద్వీపములు* (*barrier islands*) ఏర్పడుతాయి. ఈ రోధికలకూ, తీరానికీ మధ్య గల అగభీరజలప్రాంతాన్ని *లాగూన్* (*lagoon*) అనిగాని, *జలసంధి* (*sound*) అని గానీ అంటారు.

అవక్షేపసాంద్రమైన తీరప్రవాహం కోవ్‌దగ్గరకుగాని, తీరస్థమైన ఇరుకైన అఖాతంలోకికాని వస్తే తీరపు వంకరటింకరలను అనుగమించకుండా తనమార్గం లోనే ప్రవహిస్తుంది. అధఃప్రవాహం అగాధమూ, నిశ్చలతరమూ అయిన నీటి లోనికి ప్రవహిస్తుంది కనుక, దానివేగం తగ్గి అది మోసుకుపోతున్న భారం నిక్షేపించబడి స్పిట్ (*సంగ్రహభిత్తి*) ఏర్పడుతుంది. సముద్రంవైపు అవతలం (concave) కలిగిఉండడం స్పిట్‌యొక్క సామాన్యరూపం. అఖాతాన్ని పూర్తిగా గానీ, ఇంచుమించు పూర్తిగాకానీ మూసివేసేవరకూ స్పిట్ పెరిగితే దానిని *బార్* (bar = రోధిక) అంటారు.

సాగరభృగువు, తరంగకృత్తవేదిక - ఈ రెండూకూడా తరంగక్రియవల్ల అరుగ దీయబడి, అదృఢద్రవ్యం క్రమంగా తరంగకృత్తవేదికయొక్క సముద్రమువైపు అంచుదగ్గరఉన్న లోతైన నీటిలో నిక్షిప్తంఅయినచోట తరంగనిర్మితవేదికలు ఏర్పడుతాయి. తరంగకృత్త, తరంగనిర్మితవేదికలు రెండూ కలిసి మహాఖండీయ మగ్నతటభూమి ఏర్పడుతుంది.

తీరరేఖలు : పాటుపోటుల అలలగుర్తు (wave mark) లకు మధ్యప్రదేశాన్ని *తీరం* (*shore*) అంటారు. నీటినీ నేలనీ విడదీసే రేఖను *తీరరేఖ* అంటారు. ఈ రెంటివిషయంలోనూకూడా రేఖ అస్థిరమైనదే.

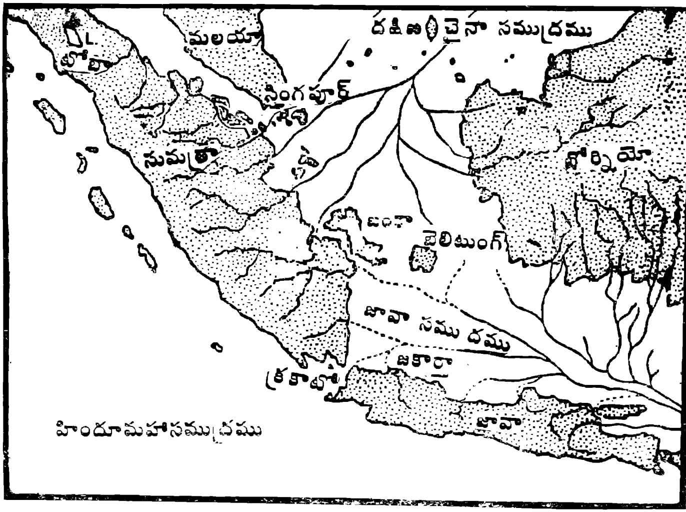
తీరరేఖలు అనేకవిధాలుగా ఏర్పడుతాయి. వాటిని నాలుగు తరగతులుగా విభజించవచ్చును. (1) నిమజ్జనతీరరేఖలు (shorelines of submergence).

(2) ఉన్మజ్జనతీరరేఖలు (shorelines of emergence), (3) తటస్థ (neutral) తీరరేఖలు, (4) యౌగిక (compound) తీరరేఖలు.

(1) *నిమజ్జనతీరరేఖలు :* ప్రస్తుతపు తీరరేఖలలో చాలాభాగం అభినవనిమజ్జన ప్రభావమును కనబరుస్తాయి. ప్లిస్టోసీన్ హిమనదులు నాలుగుసార్లు అభియాన అపయానములు చేయడంవల్ల సముద్రపుమట్టంలో పెద్దమార్పులు రావడమే ఇందుకు కారణం. హిమనదీకరణం అత్యున్నతస్థితిలో ఉన్నప్పుడు సముద్రమట్టం ఇప్పటికన్న కనీసం 300 మీటర్లు క్రిందికి ఉండేది. వెనుకటి హిమనదీ అపయానంలో మంచు కరగడంవల్ల నీటిమట్టం పైకిలేచి, భూభాగంగాఉన్న ప్రదేశాలను ముంచివేసింది. ఇప్పుడున్న హిమనదులు అన్నీ గనుక కరిగిపోతే సముద్రమట్టం 60, 70 మీటర్లు పెరుగుతుందని అంచనా. నిమజ్జనానికి మరోకారణం నేల *దిగబడటం*, కొండలు, లోయలుగల ప్రదేశం సముద్రంలో మునిగిపోతే, తీరరేఖ చాలా వంకరటింకరగా అఖాతములతో, సింధుశాఖలతో, ఎస్చ్యువరీలతో, జలసంధులతో, ఫియోర్డులతో, తీరసమీపద్వీపములతో నిండిఉంటుంది. సముద్రజలం లోయలలోకి ప్రవేశిస్తే ఎస్చ్యువరీలు ఏర్పడుతాయి. అవి సాపేక్షంగా అగభీరములై ఉంటాయి. రిలీఫ్ అధికంగాఉన్న హిమనదీకృతప్రదేశాలలో సముద్రమట్టానికి బాగా కిందుగా లోయలు కోయబడుతాయి; మంచు కరిగినప్పుడు సముద్రజలం లోయలలో ప్రవేశించి ఫియోర్డులు ఏర్పడుతాయి. సన్నంగా, పొడవుగా, నిట్రముగా నునుపుఅయిన పార్శ్వములతో, చాలా లోతుగాఉండే సముద్రబాహువులను ఫియోర్డులు అంటారు.

అండమానుదీవుల తీరరేఖ బహుధాతువంతులితమై ఉంది. అండమాన్, నికోబార్‌దీవుల చీలిపోయే ఫియోర్డులు ఈ దీవుల నిమజ్జనఫలితంగా ఏర్పడ్డాయి.

మలయా, సుమత్రా, జావా, బోర్నియో దీవులను కలుపుతూ ఒకప్పుడు కలిసి ఉన్న ప్రదేశం ఇప్పుడు సముద్రంలో మునిగి, సముద్రపునేలమీద లోయలు కనిపిస్తూ ఉంటాయి. నిమజ్జితభూభాగానికి ఇది చక్కని ఉదాహరణ (*13 వ చిత్రపటము*). ప్రస్తుతం ఖండఖండములై ఉన్న ఈ లోయలను దక్షిణచీనా, జావా సముద్రాలలో 100 మీటర్ల లోతున మునిగిఉన్న నదీవ్యవస్థతో కలుపవచ్చు.



పటము 13. ఆగ్నేయాసియాలో మునిగిపోయిన నదులపద్ధతి గోవా, దక్షిణచైనా సముద్రతీరములందు లోతు తక్కువప్రాంతాలలో యింకను చూడనగును. (ఉమ్బ్రగోవ్ తర్వాత).

(2) *ఉన్మజ్జనతీరరేఖలు :* వివర్తనికభూమ్యుత్థాపనంవల్ల ఉన్మజ్జనతీరరేఖలు ఏర్పడుతాయి. ఉన్మజ్జనతీరరేఖాలక్షణాలు కొన్ని ఈ దిగువను ఈయబడ్డాయి. (1) ఉత్థాపితతరంగకృతమైదానములు, వాటిమీద అలగ్నస్తంభములు (స్టేకులు). భూభాగంవైపు సాగరీయ భృంగువులు, గుహలు ఉంటాయి. (2) తరంగనిర్మిత వేదికలు. (3) ప్రస్తుతపు సముద్రమట్టంకన్న పైకి లేవనెత్తబడిన బీచ్‌లు. (4) ఖండీయమగ్నతటభూమియొక్క చదునైనభాగం పైకిలేవడంవల్ల ఏర్పడిన ఋజూతీరరేఖలు.

బొంబాయి దీనికి పశ్చిమాన లేదా సముద్రంఉన్న దిశను పైకిలేచిన బీచ్ ఉంది. తూర్పున లేదా హార్బరుఉన్న వైపున మునిగిపోయిన అడవి ఉంది. ఉత్తర దక్షిణ భ్రంశరేఖకు రెండువైపులా పరస్పర వ్యతిరేకదిశలలో భూచలనములు జరిగినట్లు, లేదా ఆ దీవి వంగినట్లు దీనినిబట్టి తెలుస్తోంది.

తటస్థ తీరరేఖలు : **నిమజ్జనంమీదగాని, ఉన్మజ్జనంమీదగాని ఆధారపడని లక్షణాలు కలిగిఉన్న తీరరేఖలను తటస్థతీరరేఖలు అంటారు. డెల్టాతీరరేఖలు, పగడపుదీవుల తీరరేఖలు, అగ్నిపర్వతాల తీరరేఖలు, ఇసుకదిబ్బల తీరరేఖలు భ్రంశములవల్ల ఏర్పడ్డ తీరరేఖలూ ఈ తరగతికిందికి వస్తాయి.**

(4) *యౌగికతీరరేఖలు (Compound shorelines) :* **మట్టము తరచు పైకీ కిందికీ కదలడంవల్ల ఉన్మజ్జన నిమజ్జన లక్షణాలు రెండింటినీ ప్రకటిస్తూవున్న తీరరేఖలు ఇవి.**

భారతదేశపు సముద్రతీరము

పడమటితీరము : ఇండియా పడమటితీరమైదానము సముద్రానికీ, పడమటి కనుమలకీ మధ్యగల సన్నని 10—25 కి. మీ. వెడల్పుగల క్షేత్రంలో ఉత్తరాన సూరత్‌నుంచి, దక్షిణాన కన్యాకుమారివరకూ విస్తరించిఉంది. ఉత్తరపుకొసని కచ్చి, కథియవార్ ద్వీపకల్పాలు, గుజరాతులో పూర్తిగా విస్తరించిన విశాల మైదానమూ ఉన్నాయి. దక్షిణానఉన్న తీరమైదానాలను కొంకణ, కర్ణాటక, కేరళ తీరమైదానాలుగా విడదీయవచ్చును. ఇవి క్రమంగా మహారాష్ట్ర, మైసూరు, కేరళ రాష్ట్రాలలో ఉన్నాయి. తీరస్థసరస్సులు అనేకం ఉండడమూ, అవి కాలువలచేత కలుపబడడమూ పశ్చిమతీరమైదానాల ప్రత్యేకలక్షణం.

కచ్ ద్వీపకల్పం ఒకప్పుడు సముద్రంచేతనూ, లాగూనులచేతనూ పరివృత మైన ద్వీపం. గ్రేట్‌రాన్ ఆఫ్ కచ్, లిటిల్‌రాన్ ఆఫ్ కచ్ అనేవి తరువాత పైకి లేవనెత్తబడ్డాయి. వర్షపాతం తక్కువకావడంచేత ఈ ప్రాంతంలో నిర్జలక, అల్పజలక లక్షణాలు, ఇసుకదిబ్బలు, సైకతమైదానాలు, నగ్నశైలములువంటి భౌతికఆకృతీతత్వ (physiographic) లక్షణాలు కచ్ ద్వీపకల్పంలో కనబడతాయి.

గ్రేట్ రాన్ అనేది నల్లని సిల్టుతో ఉప్పురికిన విశాలమైదానం. ఇది సముద్ర మట్టానికి కొద్దిమీటర్ల ఎత్తున మాత్రమే ఉంది. కొన్నిచోట్ల సముద్రమట్టంకన్న పల్లంలోనే ఉంది. ఇసుకతోనూ, రాళ్ళతోనూ నిండిన గడ్డి మొలిచే చిన్న చిన్న భాగాలు ఊషరమైదానంలో ద్వీపాల్లా పైకిలేచి ఉంటాయి. ఏటా నదులవల్లనూ, సముద్రపుపోంగువల్లనూ రాన్‌కి వరదలు వస్తాయి.

కథియవార్ ద్వీపకల్పం కచ్‌కి దక్షిణాన ఉంది. లిటిల్ రాన్ ఆఫ్ కచ్, రాన్ ఆఫ్ కాంబే అనే రెండు రాన్‌లూ, నాల్‌సరస్సూ ఈ ద్వీపకల్పాన్ని తూర్పు ఈశాన్యదిక్కులలో చుట్టిఉన్నాయి. మధ్యలో ఉన్న ఉచ్చసమభూమి (table land) లో ఈ ద్వీపకల్పంలోని నదులు అన్నీ పుట్టి, అన్నిదిశలకూ బయటికి ప్రవహిస్తాయి. దక్షిణాన కొన్ని ఎత్తైన కొండలు ఉన్నాయి (గిర్నార్‌శిఖరం 1117 మీ. ఎత్తు). గిర్ రేంజిలో ఉన్న దట్టమైన అరణ్యాలు హిందూదేశంలో సింహాలకు నివాస భూములుగా ప్రసిద్ధికెక్కాయి. ఇక్కడి కొండలలో చాలాభాగం అగ్నిపర్వత సంబంధమైనవి. ఇవి కుయెస్టా మాదిరివి. సముద్రంవైపున భూమివైపునకన్న ఎక్కువ వాలుగలది.

గుజరాతు మైదానాలు కథియవార్‌కి తూర్పున ఆంతరఉన్నతభూములవరకూ విస్తరించిఉన్నాయి. పవనోఢమృత్తిక (లోయస్) తీరప్రాంతంలో చాలాభాగం మీద విస్తరించిఉంది. అపక్షయంవల్ల అల్పజలకప్రాంత భూదృశ్యములు కలిగి ఉంటుంది.

కొంకణప్రాంతంలో బసాల్టిక్‌ట్రాప్ భృగువులు తరుచు కనిపిస్తాయి. ఇది గోవాకు ఉత్తరంనుంచి డామన్‌వరకూ సుమారు 600 కి. మీ. విస్తరించి ఉంది. బొంబాయినగరానికి సమీపంలో నిమజ్జిత అరణ్యాలూ, పైకిలేచిన అరణ్యాలుకూడా ఉన్నాయి. ఈ వేదికలు పగడపుమిట్టలతోగానీ, వదులు వదులుగా అతుక్కున్న శంఖచూర్ణశిలాఖండములతోగానీ ఏర్పడి ఉంటాయి. బొంబాయినగరానికి దక్షిణాన శిలాతీరంలో చిన్న చిన్న అఖాతముల శ్రేణులు, కోవ్‌లూ ముందుకు విడుచుకు వచ్చిన శిరోభూములకూ మధ్యను ఉన్నాయి. తెల్లని ఇసుకతో కూడిన అందమైన బీచ్‌లు ఉన్నాయి ఇక్కడ.

కర్ణాటక తీరంలో భృగువులు చాలా ఉన్నాయి. ఈ ప్రదేశంలో ముఖ్యమైన నది షారావతి. ఈ నది మైదానంలో ప్రవేశించేముందు 275 మీటర్ల ఎత్తున్న కొండమీద నుంచి గెర్సోప్పా (లేక జోగ్ జలపాతం) అనే చోట కిందికి దూకుతోంది. మైదానాల వెడల్పు ఎక్కడా 24 కి. మీ. మించి లేదు. చాలాచోట్ల 8 కి. మీ. మాత్రమే కూడానూ.

కేరళ మైదానాలు సాపేక్షంగా విశాలంగానూ, కొండలు తక్కువగానూ ఉంటాయి. తీరంవెంబడివి అనేకసరస్సులు లేక పశ్చజలములు *(కయాల్స్)*

ఉన్నాయి. వీటిలో అన్నింటికన్న పెద్దది వెంబనాడ్ కయాల్. ఇది 80 కి. మీ. దూరం విస్తరించి ఉంది.

తూర్పుతీరం: మద్రాసు, ఆంధ్రప్రదేశ్ మైదానాలు కన్యాకుమారి అగ్రంనుంచి ఉత్తరంగా కృష్ణా, గోదావరీ డెల్టాలవరకూ 1100 కి. మీ. పొడవున 120 కి. మీ. సరాసరి వెడల్పుతో విస్తరించిఉన్నాయి. ఇంకా ఉత్తరానికివెడితే కొండలు సముద్రానికి దగ్గరలో ఉంటాయి. తీరస్థమైదానాలు మళ్ళీ బరంపురానికి ఉత్తరాన విశాలమై, చిల్కాసరస్సు, మహానదీడెల్టా, బాలాసోర్ తీరస్థమైదానంవరకూ విస్తరించి, అక్కడ గంగానదీడెల్టా మైదానాలతో కలుస్తున్నాయి.

మద్రాసు తీరంలో కావేరీడెల్టా అతిముఖ్యమైన భౌతిక ఆకృతిక విశేషం.

ఆంధ్రా మైదానాలు బరంపురంనుంచి మద్రాసునగరానికి 50 కి. మీ. దూరంలో ఉన్న పులికాటుసరస్సువరకూ విస్తరించిఉన్నాయి. దక్కనులో అన్నింటికన్న పెద్దనదులైన కృష్ణా, గోదావరులు ఈ ప్రదేశంలో ప్రవహించి, డెల్టాలను ఏర్పరుస్తున్నాయి. ఈ రెండు డెల్టాలకు మధ్య కొల్లేరుసరస్సు ఉంది. ఖొండలైట్ శిలలలో లోతైన గోర్జినికోసి, కృష్ణానది విజయవాడవద్ద తీరస్థమైదానంలో ప్రవేశించి, 90 కి. మీ. ప్రవహించి సముద్రంలో పడుతోంది. గోదావరీనది పోలవరందగ్గర గోర్జిలోనుంచి బయటికివచ్చి, మైదానంలో ప్రవేశించి, వెంటనే రెండుశాఖలుగా విడిపోతుంది. వీటిమధ్య ప్రధానమైన డెల్టా ఉంది.

ఒరిస్సా మైదానాలలో మహానది డెల్టా ఉంది. దీని శీర్షందగ్గర కటక్ ఉంది. ఈ డెల్టాయొక్క సముద్రాభిముఖక్షేత్రం గంగా డెల్టాకన్న తిన్నగా ఉంటుంది. దీని చివరలను ఇసుకదిబ్బలు ఉన్నాయి. మహానదీడెల్టాలో అతిముఖ్యమైన భౌతికాకృతికవిశేషం చిల్కాసరస్సు. ఇది కోలగా 70 కి. మీ. పొడవున్న జలాశయం. అఖాతముఖం మూసుకుపోవడంవల్ల ఇది ఏర్పడింది. ఇందులోకి రెండునదులు వచ్చిపడుతున్నాయి. ఈ సరస్సులో అనేక శిలామయద్వీపాలు ఉన్నాయి. దక్షిణాన, పశ్చిమాన కొండలు ఉన్నాయి.

పదునెనిమిదవ ప్రకరణము

పవనములు - వాటి పరిసంచరణము - వాటి పని

పవనములు వీచుటకు కారణము

ప్రవాహోదక మంత శక్తిమంతమైనది కాకపోయినా పవనముకూడా ఒకముఖ్యమైన అపరదనకారకమూ, శిలాద్రవ్యపరివహనకారకమూ కూడానూ. భూమ్యుపరితలానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా కదిలే గాలిని 'పవనము' (wind) అని నిర్వచించవచ్చును. పవనాలలో చాలా రకాలు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి వ్యాపారపవనాలు (trade winds), పశ్చిమపవనాలు (westerlies), ఋతుపవనాలు (moonsoon winds), చక్రవాత (cyclones), ప్రతిచక్రవాతములు (anticyclones), హరికేనులు (hurricanes), తుఫానులు (typhoons), టొర్నెడోలు (tornadoes) మొదలైనవాటికి సంబంధించిన పవనాలు, పర్వతప్రాంతపవనములు, లోయలలోని పవనాలు, భూసాగరపవనములు మొదలైనవి. పవనములు వీచడానికి ముఖ్యమైన కారణం ఏమిటంటే, సూర్యరశ్మిచేత భూవాతావరణం అసమానంగా వేడెక్కి, వేరువేరు ప్రదేశాలలో గాలివత్తిడి వివిధంగా ఉండడమే. భూపవనములు, సాగరపవనములు వీటికి ఉదాహరణలు. వేసవిలో పగటివేళ భూమి, దానిమీది గాలి పక్కనేఉన్న సముద్రము, దానిమీది గాలికన్న అధికంగా వేడెక్కుతాయి. ఆకారణంచేత భూమిమీది గాలి పైకిలేవగా గాలివత్తిడి తగ్గుతుంది. అపుడు చల్లగానూ, బరువుగానూ ఉన్న సముద్రపుగాలి భూమిమీదికి వీస్తుంది. ఇదే *సాగరపవనము*. రాత్రివేళ ఈ పరిస్థితులు తారుమారు అవుతాయి. భూమిమీది గాలి సముద్రంమీదికి వీస్తుంది. దీనిని *భూపవనం* అంటారు.

వ్యాపారపవనాలు

ధ్రువప్రాంతాలలో గాలి భూమధ్యరేఖాప్రాంతంలోని గాలికన్న చల్లగా ఉంటుంది. కనుక, భూమి తనచుట్టూ తాను తిరుగకుండా ఉన్నట్లైతే, వేడెక్కిన గాలి భూమధ్యరేఖవద్ద పైకిలేచి, ధ్రువములవైపు వీస్తుంది. ధ్రువములవద్ద చల్లబడి, బరువెక్కి, భూమధ్యరేఖవద్దకు తిరిగి వస్తుంది. కాని భూమియొక్క ఘూర్ణనం

(rotation) తనచుట్టు తాను తిరుగుతూ సూర్యునిచుట్టూ తిరగడంవలన ఈ పవనాల మార్గం మళ్లింపబడుతుంది. భూమధ్యరేఖనుంచి ధ్రువప్రాంతాలకు వీచే ఉన్నత పవనాలు తూర్పుదిక్కుగానూ, ధ్రువములనుంచి తిరిగి భూతలంమీదుగా వీచే పవనాలు పశ్చిమంగానూ విక్షేపింపబడుతాయి (deflected). కనుక ఇవి "ప్రాక్పవనాలు" (easterlies) అనబడుతాయి. ఈశాన్యవ్యాపారపవనాలు, ఆగ్నేయ వ్యాపారపవనాలు అనేవి భూమధ్యరేఖకు రెండువైపులాఉన్న విశాలమైనక్షేత్రంలో వీస్తాయి; ధ్రువప్రాంతాలలో ఇంత నియమితంగా వీచవు. ధ్రువీయప్రాక్పవనాలకీ ఉష్ణమండలవ్యాపారపవనాలకీ మధ్యని అనియమిత పశ్చిమపవనక్షేత్రం ఉంది. ఇక్కడ వాతావరణం కల్లోలితంగానూ, తరుచు మారేదిగానూ ఉంటుంది,

భూమధ్యరేఖావిషువప్రశాంతమండలము (epuatorial doldrums) నుంచి పైకిలేచిన వేడెక్కిన గాలి 10 నుండి 13 కిలోమీటర్ల ఎత్తున ధ్రువములవైపుకు మళ్ళి భూమధ్యరేఖకన్న ఇరుకైన అక్షాంశములలో ప్రవేశిస్తుంది. 30° ఉత్తర దక్షిణ అక్షాంశములదగ్గర (భూమధ్యరేఖకన్న 13% చిన్నవి) గాలి ఎక్కువగా ప్రవేశించి, వత్తిడి పెరుగుతుంది. గాలి కిందికి కదులుతుంది. ఇవి వత్తిడి ఎక్కువగాఉండే ఉప - ఉష్ణమండల ప్రశాంతక్షేత్రములు. వీటిని "శాంత అక్షాంశములు" (horse latitudes) అంటారు. క్రిందికి కదిలే గాలి భూమధ్య రేఖాభిముఖవ్యాపారపవనములుగానూ, ధ్రువములవైపు సర్పిలించే (spiral) అనియమితపశ్చిమపవనాలుగానూ విభక్తమవుతాయి. ఈ పశ్చిమపవనాలు ధ్రువముల నుంచి నేలబారున వీచే శీతలపవనములతో ఢీకొనడంవల్ల వాతావరణం కల్లోలిత మవుతుంది.

ఉత్తరార్ధగోళంలో శీతలమైన ధ్రువప్రాంతపుగాలి శీతాకాలంలో బాగా దక్షిణానికి వీచి, వేసవిలో మళ్ళీ ఉత్తరానికి తిరిగివస్తుంది. అదేవిధంగా దక్షిణార్ధగోళంలో, శీతాకాలంలో ఉత్తరానికి, వేసవిలో దక్షిణానికీ పవనం వీస్తుంది. ఈ ధ్రువీయ అగ్రముయొక్క విస్తరణము (spread of this *polar front*) సముద్రంమీద కన్న నేలమీద విశాలంగా ఉంటుంది; దీనికి కారణం నీరు వేడిని పీల్చుకోవడం లోనూ, వదిలిపెట్టడంలోనూకూడా సాపేక్షంగా, మందంగా ఉండడంచేత మహాసముద్రాలు మందీకరణసాధనములుగా పనిచేస్తాయి.

చక్రవాత, ప్రతిచక్రవాతములు

ప్రతి అర్ధగోళములోనూ మూడు సంవయనప్రవాహాలు (convection currents) ఏర్పడుతాయి. అత్యున్నత పశ్చిమపవనములు ఉష్ణమండలానికీ, ధ్రువములకీ మధ్య కేంద్రీకృతం అయిఉంటాయి. అవి తిన్నగా ధ్రువములవైపు వీచక, బాగా ఉత్తరానికీ, దక్షిణానికీ వంగుతాయి. ఈ వంగడంవల్ల వాతావరణంలో భంవరములు (eddies) ఏర్పడుతాయి. వీటిని *చక్రవాతములు, ప్రతిచక్రవాతములు* అంటారు.

సమపీడనరేఖలు (isobars=సముద్రమట్టంవద్ద గాలివత్తిడి సమానంగాఉండే ప్రదేశాలను కలిపే రేఖలు) సంవృతవక్రములు (closed curves) గా ఏర్పడే అధోవాతావరణపీడనం ఉండడాన్ని *అవనమ్నము (depression)* లేక *చక్రవాతము* అంటారు. సంవృతవక్రములు ఏర్పడే ఉన్నతవాతావరణపీడనం ఉండడాన్ని *ప్రతిచక్రవాతం* అంటారు. పీడనం ఎక్కువగాఉన్నచోటినుంచి తక్కువగాఉన్న చోటికే ఎల్లప్పుడూ గాలి ప్రవహిస్తుంది. వాయుప్రవాహపుబలం ఆ రెండుప్రదేశాల పీడనముల భేదంమీద (లేదా పీడనప్రవణతమీద) ఆధారపడిఉంటుంది. ఉత్తరార్ధగోళంలో చక్రవాతవాయుచలనం హిమావర్త (anticlockwise) దిశలో సర్పిలం (spiral) గా ఉంటుంది. గాలి పైకి కదలిపోవడంవల్ల క్రింద అధోపీడనప్రదేశం ఏర్పడి, చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలనుంచి గాలి ఆ ప్రదేశాన్ని ఆక్రమించడానికి వస్తుంది. చక్రవాతమధ్యక్షేత్రంలోని పైకిఎగసే వాయువు పీడనం తగ్గుతూన్నకొద్దీ వ్యాకోచిస్తుంది. వ్యాకోచంవల్ల చల్లబడి ఆ గాలిలోని తేమ ద్రవితమై వర్షం పడుతుంది.

ప్రతిచక్రవాతములలో ఉత్తరార్ధగోళంలో వాయుచలనములు దక్షిణహస్తీయ (right-handed), నిర్గామీ (outward) సర్పిలములుగా ఉంటాయి. కనుక వాయువులు దక్షిణావర్త (clockwise) దిశలో ప్రవహిస్తాయి. ప్రతిచక్రవాతములలోకన్న చక్రవాతములలో పవనములు బలవత్తరంగా వీస్తాయి.

బంగాళాఖాతపు చక్రవాత తుఫానులలో చాలాభాగం ఆ అఖాతంలోనే ఉద్భవించి, వాయవ్యదిశలో కదిలి, బెంగాలు, బీహారు, ఒరిస్సాలలో ప్రవేశిస్తాయి.

ఒక్కొక్కప్పుడు అవి ద్వీపకల్పాన్ని దాటి అరేబియాసముద్రంలోకూడా ప్రవేశిస్తాయి.

ఉష్ణమండలమహాసముద్రప్రాంతాలు విపరీతంగా వేడెక్కినప్పుడు, వాయు ప్రవాహాలు వేగంగా పైకిలేచి *హరికేనులు (hurricanes)* అనబడే దారుణవిధ్వంస కరమైన పవనాలను సృష్టిస్తాయి. (హరికేన్ అనేది కరీబియన్‌పదం. దానికి తుఫానుగాలి అని అర్థం). ఇవి అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలోనూ, మెక్సికో కరీబియా మధ్యధరా అఖాతములోనూ అధికంగా ఉంటాయి. *తుఫానులు* అనేవి ఇదేరకమైన ప్రచండమైన సుడిగాలులు. ఇవి పసిఫిక్‌మహాసముద్రంలో ముఖ్యంగా ఆస్ట్రేలియా, జపానులమధ్య తరుచుగా వస్తూఉంటాయి. హిందూమహాసముద్రం లోని దక్షిణపవనాలను *ఉష్ణమండల చక్రవాతములు* అంటారు. సమశీతోష్ణమండలం లోని సామాన్యమైన చక్రవాతములు సుమారు 1500 కి.మీ. మేర విస్తరించి ఉంటాయి. హరికేనులు, తుఫానులు 350—450 కి. మీ. వ్యాసం మాత్రం కలిగి ఉంటాయి. కనుక, పీడనాధిక్యతగల బయటి అంచునుంచి పీడన తక్కువగాఉండే మధ్యభాగానికి (తుపాను కేంద్రానికి) మధ్య పీడనప్రవణత చాలా వాలుగాఉంటుంది. వేడిగానూ, తేమగానూ ఉండే సుడిగాలి గంటకి 150—200 కి. మీ. వేగంతో ఒక్కొక్కప్పుడు 300 కి. మీ. వేగంతోకూడా పైకిలేస్తుంది. పైకిలేచే గాలి వ్యాకోచించి, చల్లబడుతుంది. గాలిలోని తేమ ద్రవితమై కుంభవృష్టి కురుస్తుంది.

తీవ్రమైన హరికేనుకి ఉపశాఖగా *టార్నెడో* ఉద్భవిస్తుంది. ఇది అతివేగంగా తిరిగే సన్నని వాయుస్తంభం. దీనివ్యాసం 2 కి. మీ. కు లోపుగా, తరుచు ఇంత కన్న బాగా సన్నంగా ఉంటుంది. ఘూర్ణనం (rotation) అతితీవ్రంగాఉండి టార్నెడో విపరీతమైన నష్టం కలిగిస్తుంది. దీనితరువాత కుండపోతగా వర్షం కురుస్తుంది.

ఋతుపవనములు

"మాన్సూన్" అంటే మలయాభాషలో "ఋతువు" అని అర్థం. ఋతుపవ నాలు రావడానికి, పోవడానికి కారణం ఇండియా భూభాగంమీద ఉత్తర దక్షిణాయ నాలలోపడే సూర్యుని వేడిమిలో భేదాలు ఉండడమే. ఋతువునుబట్టి మారే ఋతుపవనాలు రాత్రీ పగలూ వీచే భూపవనమూ సాగరపవనమూవంటివి.

భూసాగరములు అసమానంగా వేడెక్కడంవల్ల సాధారణంగా చల్లని ప్రదేశాల నుంచి ఉష్ణప్రదేశాలకు వీస్తాయి.

వేసవిలో, భూఅక్షము వంగిఉండడంచేత మధ్యాహ్నరేఖలమీది ఉష్ణతమ ప్రదేశాలను కలిపే రేఖ (దీనిని ఉష్ణరేఖ అందాం. ఇది సమోష్ణరేఖకాదుసుమా) ఉత్తరదిశగా కదులుతుంది. అప్పుడు మధ్యఆసియాలోని భూభాగములు, భూమధ్య రేఖకు దగ్గరగాఉన్న హిందూపసిఫిక్ మహాసముద్రాలలోని నీటికంటె ఎక్కువ వేడిమిని సూర్యుడినుండి గ్రహిస్తాయి. సమానమైన ఉష్ణశక్తిని పీల్చుకున్నప్పటికీ నీటికంటె నేల ఉష్ణోగ్రత అధికమవుతుంది. అటువంటి పరిస్థితుల్లో ఎక్కువ ఉష్ణశక్తిని అందుకునే మధ్యఆసియా చాల వేడిగా ఉండడానికి ఇదీ కారణం. వేడెక్కిన గాలి పైకిలేస్తుంది. దక్షిణంనుంచి, తూర్పునుంచి చల్లనిగాలివత్తిడి తక్కువగాఉన్న ప్రదేశంలోకి వస్తుంది.

మామూలుగా భూమధ్యరేఖకు ఉత్తరంగాఉన్న హిందూమహాసముద్రంమీదుగా వీచవలసిన ఈశాన్యఋతుపవనాలు ఉత్తరాభిముఖమైన బలీయమైన ఈ పవనాలకు లోబడుతాయి. ఆగ్నేయఋతుపవనాలు భూమధ్యరేఖమీదుగా లాగబడి, కుడివైపుకి త్రిప్పబడి, మే నుండి సెప్టెంబరువరకూ ఇండియామీదుగా నైఋతి ఋతుపవనాలుగా వీస్తాయి. కనుక నైఋతిఋతుపవనం అరేబియాసముద్రంమీదుగా వీచేసరికి అది పొడిపవనంగా ఉంటుంది. కాని పడమటికనుమలను, హిమాలయాలను తాకేసరికి ఆ పవనం పైకి లేవనెత్తబడుతుంది. అక్కడ వ్యాకోచించి చల్లబడుతుంది. దానిలోని తేమ వర్షరూపంలో పడిపోతుంది. బంగాళాఖాతంనుంచి వచ్చిన ఋతుపవనాలు తూర్పు హిమాలయాల దక్షిణపువాలులలో మధ్యహిమాలయాలలో కన్న విపరీతంగా వర్షించడానికి ఇదికూడా ఒకకారణం. షిల్లాంగ్ పీఠభూమి యొక్క దక్షిణపుటంచున బంగాళాఖాతానికి దగ్గరలోఉన్న చిరపుంజివద్ద వర్షపాతం అత్యధికంగా ఉంటుంది. అక్కడ సరాసరి వార్షికవర్షపాతం 1160 సె. మీ.

శీతాకాలంలో ఉష్ణరేఖ దక్షిణానికి కదులుతుంది. అప్పుడు పరిస్థితులపైన చెప్పినవాటికి విలోమంగా ఉంటాయి. ఇప్పుడు ఉత్తరఆస్ట్రేలియా అధికోష్ణమూ, అల్పపీడనమూగల ప్రదేశం అవుతుంది. మధ్యఆసియా విపరీతమైన చలి,

ఎక్కువ వత్తిడిగల ప్రదేశం అవుతుంది. కనుక శీతాకాల ఋతుపవనం ఈశాన్య దిశనుంచి ఇండియామీదుగా వీస్తుంది.

పవనముల భూవైజ్ఞానిక క్రియ

పవనములు అపరదనము, సంవహనము, శిలాద్రవ్యనిక్షేపముచేయడమేకాక తరంగములను, తీరప్రవాహాలనూ రేకెత్తిస్తాయి. అవి బలీయమైన క్రమికీకరణ కారకములు (agents of gradation) గా పనిచేస్తాయి. ప్రవాహోదక హిమనదుల విషయంలోలాగే పవనముల భూవైజ్ఞానికక్రియ ద్వివిధం. (1) అపరదనము, (2) నిక్షేపణము. పవనాపరదనము రెండువిధాలు, అవమూలనము *(deflation)*, బలకృతాపరదనమూనూ *(corrasion)*. ఈ రెండుపద్ధతులలోనూ ద్రవ్యం తొలగింపబడడమూ, మరియొకచోటికి మోసుకుపోబడడమూ జరుగుతున్నప్పటికీ, అవమూలనం పనిముట్ల అవసరంలేకుండా జరుగుతుంది. బలకృతాపరదనం జరుగడానికి అరుగదీసే పరికరాల సాయం కావాలి.

పవనం చురుకైన అవమూలన కారకం. ముఖ్యంగా వృక్షసంపద అధికంగాలేని ప్రదేశాలలో దుమ్ము, ఇసుక (అదృఢశిలాకణములు) ఒకచోటినుంచి మరోచోటికి మోసుకుపోబడుతాయి. దున్నిన నేలల్లోనూ, జలోఢమైదానాలలోనూ వదులు వదులుగాఉన్న సూక్ష్మకణీయమృత్తిక, సిల్టు బయటపడే ప్రదేశాలలోనూ అవమూలనం మరింత చురుకుగా జరుగుతుంది. గాలులు అవిరళంగానూ, బలీయంగానూ ఉండి, తత్కారణంగా అపరదనం అధికంగా జరిగే ఎడారిప్రాంతంలో ఇటువంటి కదలికలు అధికంగా కనిపిస్తాయి. అగ్నిపర్వత విస్ఫోటనాలవల్ల అపారమైన ధూళి వాతావరణంలోకి విసిరివేయబడి, గాలివల్ల దూరప్రాంతాలకు మోసుకొనిపోబడుతుంది.

ఎడారులలో సంభవించే దుమ్ముతుఫానులనుబట్టి పవనముల అపారసంవహనశక్తి తెల్లమవుతుంది. ఈ దుమ్ముతుఫానులలో అనేక ఘనపు కిలోమీటర్ల దుమ్ము, ఇసుకతోనిండిన గాలి చాలాదూరం ప్రయాణంచేస్తుంది. ఇట్టి దుమ్ముతుఫానులు ఇండియాలో తరుచు వస్తూఉంటాయి. ఉత్తరహిందూదేశంలో ఇవి మరీ ఇబ్బంది కలిగిస్తాయి. అక్కడ వీటిని "లూ" అంటారు. ఈ దుమ్ముతుఫానులలో చాలా

భాగం పొడిగాలిలో ఏర్పడే సంవయనప్రవాహాలవల్ల కలుగుతాయి. అల్పజలక ప్రాంతాలలో భూమి అవిచ్ఛిన్నంగా వేడెక్కుతూఉండడంవల్ల కలిగే విరళీభవనం (rarefaction) వల్ల ఇవి ఉద్భవిస్తాయి. ఈ తుఫానులు గంటకు 70—100 కి. మీ. వేగంతో ప్రయాణంచేసి, వాతావరణమునంతనీ దుమ్ముతో నింపివేస్తాయి.

పవనం తనంతట తానుగా అయితే కఠినశిలలను *అపఘర్షణం* కాని, *బలకృతా శరదనం* గానీ చేయగల శక్తిగలదికాదు. కాని, ఆ గాలిలో శిలాఖండములు కనుక ఉన్నట్లైతే అవి బలీయమైన పనిముట్లుగా పనిచేస్తాయి. బలమైన గాలిచేత మోసుకుపోబడుతున్న ఇసుకరేణువులు కఠినశిలలను తాకితే ఆ శిలలు అరిగి పోతాయి; తరుచుగా నునుపుదేరుతాయి. ఆ శిలలలో కనుక వివిధయౌగికములు ఉండి, కఠినత్వంలో స్థానికమైన విభేదాలుఉంటే వంకరటింకరగా, విచిత్రమైన ఆకృతులతో ఆ శిలలు అరుగదీయబడుతాయి. 'లైటుహౌసు' కిటికీలకు బిగించిన గాజుతలుపులు ఒక్క బలమైన దుమ్ముతుఫానువచ్చేసరికి అపారదర్శకంగా మారి పోతూ ఉండడాన్నిబట్టి పవనముల బలకృతాపరదనశక్తివి అర్థంచేసుకోవచ్చు.

పవనచాలితమైన ఇసుకరేణువుల అపరదనశక్తి నేలకు సమీపంలో అధికంగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం పెద్దవీ బరువైనవీ అయిన రేణువులు గాలిచేత నేలకు కొద్దిఎత్తులోనే కదిలింపబడుతాయి. కనుక పవనాపఘర్షణ ఫలితంగా క్రింది కోత (under cutting) ముఖ్యంగా జరుగుతుంది *(22 వ చిత్రపటం)*.

గుద్దుకొనడంవల్లనూ, దొర్లడంవల్లనూ కలిగిన రాపిడివల్ల జరిగే అవిచ్ఛిన్న సనిఘర్షణ (attrition) ఫలితంగా ఇసుకరేణువులుకూడా అరిగి గుండ్రంగా అవుతాయి. ఇసుకరేణువులను గుండ్రంగా అరుగదీయడంలో నీటికన్న గాలి అధికశక్తివంతంగా పనిచేస్తుంది. ఎడారులలో కనబడే *ఇసుకరేణువులు* కొన్ని నిర్దుష్టగోళాకృతిలో ఘర్షితకాచము (ground glass) వంటి ఉపరితలము కలిగి ఉంటాయి.

పవనసంవహనము : దుమ్మునీ, ఇసుకనీ గాలి అనేకవిధాలుగా మోసుకు పోతుంది. తేలికగానూ, చిన్నవిగానూ ఉన్న రేణువులను గాలి పైకి మోసుకుపోయి, దూరానికి తీసుకుపోతుంది. బరువైన ఇసుకరేణువులను నేలమీదనే దొర్లిస్తుంది.

దుమ్ముతుపానులనుచూస్తే ఎంతశిలాద్రవ్యం అరుగదీయబడి మోసుకురాబడిందో ఊహించవచ్చు.

పవననిక్షేపణము : గాలి మోసుకుపోయే ద్రవ్యం వేగం తగ్గడంవల్ల విక్షేపించ బడుతుంది. గాలిలో తేలే దుమ్ము, ఒండలిరేణువులు వానవల్ల కిందికి దిగి, గడ్డి పెరుగుదలవల్ల రెండూ ఒకచోట నిలుపబడినప్పుడు దానిని "*లోయస్*" అంటారు. అది సాధారణంగా సూక్ష్మకణీయమైన పొరలుకట్టని, పసుపుగోధుమవన్నెలోఉండే గరుకు "లోమ్" (loam). అది కొద్దిగా ఘనీభూతమై అపరదనం తరువాత నిలువుగా, ఎత్తుగా గోడలలా నిలువబడగలిగిఉంటుంది. సాధారణంగా ఇది మంద మైన నిక్షేపాలను ఏర్పరుస్తుంది.

ఇసుకదిబ్బలు (డ్యూన్సు) : గాలివల్ల ఏర్పడ్డ ఇసుకదిబ్బలను డ్యూన్సు అంటారు. (*31 వ చిత్రపటం*). ఎడారులలో అవి అధికంగా కనిపిస్తున్నప్పటికీ అవి కేవలం ఎడారులకూ, అర్ధశుష్కప్రాంతాలకూ మాత్రమే పరిమితంకావు. పొడిఇసుక, దానిని కదిలించడానికి తగినంత బలమైన గాలి ఉన్నచో అవి ఎక్కడైనా ఏర్పడు తాయి. కనుక, అవి సరస్సుల సముద్రాల సైకతతీరాలలోనూ, నదుల వరద మైదానాలవద్దనూ కనిపిస్తాయి.

నేలబారుగావీస్తున్న గాలి ఇసుకను మోసుకువస్తూ పొదలు, రాళ్లవంటి ఎత్తైనవి అడ్డుతగిలినప్పుడు గాలివేగం తగ్గి, అక్కడ ఇసుక దిగబడిపోతుంది. ఇసుక సంచితం అవడం మొదలుపెడితే అడ్డు మరింత అధికమై మరింత ఇసుక పేరు కుంటుంది. ఈ విధంగా ఇసుకదిబ్బలు ఏర్పడుతాయి. ఈ 'డ్యూన్సు' కొద్దిమీటర్ల నుంచి 175 మీటర్లవరకూ ఎత్తు, దానికితగ్గ పొడవూ కలిగిఉంటాయి. గాలి వీచే దిశ స్థిరంగాఉంటే, ఆ వీచే దిశవైపున ఇసుకదిబ్బ స్లోపు తక్కువగానూ, అనువాత దిశలో వాలు అధికంగానూ ఉంటుంది. చిన్నదిబ్బలు చంద్రవంక ఆకారంలో ఉంటాయి తరుచుగా. ఏమంటే, గాలి ఇసుకను పైనుంచీ పక్కలనుంచీకూడా విసురుతుంది కనుక వీటిని *బార్కన్ (barchan)* అంటారు. గాలివీచే దిశ తరుచు మారుతూఉంటే ఈ ఇసుకదిబ్బల ఆకారాలుకూడా అనియమితంగా ఉంటాయి. ఇసుకదిబ్బలు సాధారణంగా అపరిష్కృత స్తరములుకలిగి, ముతక

అడ్డపొరలు కలిగిఉంటాయి. అందమైన అలలవంటి ఆకృతి ఈ ఇసుకదిబ్బలపైన సాధారణంగా ఏర్పడుతుంది.

గడ్డి మొలవకపోతే ఈ డ్యూనులు గాలివీచే దిశలో ఒకచోటినుండి మరోచోటికి కదులుతూ ఉంటాయి. వీచేగాలి ఇసుకరేణువులను వాలు అధికంగాఉన్న అనువాత దిశలో పడవేస్తుంది. చాలాభాగం డ్యూనులు ఏడాదికి కొద్దిమీటర్లనుంచి 30 మీటర్లకుపైగా జరుగుతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు పల్లెలూ, పట్టణాలూ ఇసుకలో కప్పబడిపోతూ ఉంటాయి.

ఇసుక డ్యూనులు పశ్చిమ ఇండియాలోని రాజస్థాన్ ఎడారిలోనూ, కొన్ని తీరములలోనూ తరుచుగా కనిపిస్తాయి. మైసూరులోని కావేరీతీరస్థమైన తల్కాడ్ దగ్గర ఉన్న గుడి కదిలివచ్చే ఇసుక డ్యూనులవల్ల నిరంతరమూ కప్పబడిపోయే ప్రమాదంలో ఉంది (*23 వ చిత్రపటం*).

పవనచాలితమైన ద్రవ్యము ఎల్లప్పుడూ డ్యూనులుగా, రిడ్జిలుగా సంచితంకాదు. సాధారణంగా గాలి, ఎత్తుగాఉన్న ప్రదేశాలలోని అదృఢపదార్థాన్ని గాలి మోసుకుపోయి, పల్లపుప్రదేశాలలో వదిలి చదునుచేస్తుంది. లేదా పర్వతపాదములవద్ద నిలువచేస్తుంది. ఈ పరిస్థితి సహారా ఎడారిలో తరుచు కనిపిస్తుంది. అక్కడ పెద్ద పెద్ద స్తరశిలాప్రదేశములు పవనాపరదనంచేత సైకతరహితంగా ఉంచబడుతాయి. అక్కడ గిరిపాదములమీద ఒక్కొక్కప్పుడు 300 నుంచి 600 మీ. ఎత్తు వరకూ కూడా ఇసుక సంచితమవుతుంది.

పందొమ్మిదవ ప్రకరణము

ఎడారులు - వాటి స్థలాకృతి

ఎడారుల వితరణము

భూగోళంమీది భూభాగంలో మూడవవంతు అల్పజలకప్రదేశాలతోనూ, అర్థశుష్క ప్రదేశాలతోనూ నిండిఉంది. అల్పజలకమైన ఎడారులలో తేమ ఉండదు. మొదట్లో కొంచెం తేమ ఉన్నప్పటికీ, లేదా తరువాత తడి తగిలినప్పటికీ అది కాస్తా తీవ్రమైన తాపక్రమంలో వేగంగా ఆవిరి అయిపోతుంది.

నిమ్న. మధ్య అక్షాంశములవద్ద ఎడారులు రెండురకాలుగా ఉంటాయి— *స్థలాకృతి ఎడారులు (topographical deserts)* ఉష్ణక్షేత్రస్థమైన ఎడారులు (tropical deserts)—సముద్రాలకు దూరంగా భూభాగం మధ్యలో ఉండడంచేతగానీ, లేదా అంతకన్న సాధారణంగా వర్షభృతపవనాలు చుట్టూఉన్న పర్వతములచేత అడ్డగింపబడడంవల్లగానీ వర్షపాతం తక్కువై స్థలాకృతి ఎడారులు ఏర్పడుతాయి భూమధ్యరేఖకు ఉత్తర దక్షిణములో 5 నుంచి 30 డిగ్రీలలోపు క్షేత్రంలో *ఉష్ణమండల ఎడారులు* ఏర్పడుతాయి. ఇవి వ్యాపారపవనక్షేత్రాలు. ఉత్తరార్ధగోళక్షేత్రంలో వ్యాపారపవనాలు ఈశాన్యంనుంచి నైఋతిదిశగా వీస్తాయి. అదే దక్షిణార్ధగోళ క్షేత్రంలో అయితే ఆగ్నేయంనుంచి వాయువ్యదిశగా వీస్తాయి. అవి సాపేక్షంగా చల్లనిప్రదేశాలనుంచి వేడిప్రదేశాలకు వీస్తాయి. సముద్రంమీదుగాగానీ, పల్లపు నేలలమీదుగాగానీ ప్రవహిస్తున్నంతసేపూ ఈ వ్యాపారపవనాలు పొడిగాఉంటాయి. కాని, అవి పర్వతాలను తాకినప్పుడు పైకిలేచి వ్యాకోచంవల్ల చల్లబడతాయి. వీటిలో నిండిఉన్న తేమ వర్షరూపంలో ద్రవీభూతమవుతుంది. ఈ కారణంచేతనే వ్యాపారపవనక్షేత్రాలలో ఉన్నతభూముల తూర్పువాలులలో విపరీతమైన వర్షపాతము; పల్లపుభూములు ఉన్నతభూముల *పడమటివాలులు* పొడిగాఉండి ఎడారి వాతావరణాన్ని కలిగిఉంటాయి తరుచు. వ్యాపారపవనక్షేత్రాలలోని పల్లపుభూములలో సగంపైగా బెట్టక్షేత్రాలుగా ఉండడానికి ఇదే కారణం. ఉత్తరఆఫ్రికాలోని సహారాఎడారి, మధ్యప్రాచ్యంలోని అరేబియాఎడారి, ఆస్ట్రేలియాఎడారి, దక్షిణ

ఆఫ్రికాలోని కలహారీఎడారి, వాయువ్య మెక్సికోలోని సోనోరాఎడారి, దక్షిణ అరిజోనా ఎడారి, కాలిఫోర్నియాఎడారి, పెరూచిలీలలోని అటకామాఎడారి, ఆఫ్ఘన్‌స్థాన్, బెలూచిస్థాన్, వాయవ్యఇండియాలలోని ఎడారులు ఈ విధంగా ఏర్పడ్డవే.

శీతోష్ణస్థితి

ఎడారులలో వర్షపాతం అల్పంగానూ, అనియమితంగానూ ఉంటుంది. ఎడారులలో చాలాభాగంమీద సరాసరిని ఏడాదికి 25—35 సెం. మీ. వర్షం పడుతుంది. కొన్ని ఎడారులలో అయితే ఇంకా తక్కువే వర్షం కురుస్తుంది. ఉదాహరణకి సహారాఎడారిలో చాలాభాగంమీద సాలుకి సగటునపడే వర్షం 12 సెం. మీ. కు లోపే. ఏళ్ళతరబడి ఒక్కచుక్కకూడా వర్షంపడని కొన్నిప్రదేశాలున్నాయంటే ఆశ్చర్యంగానే వుంటుంది.

ఎడారులలో ఉష్ణోగ్రత కొద్దిగంటల వ్యవధిలో విపరీతంగా మారిపోతుంది. పగటిపూట గాలి అతివేగంగా వేడెక్కి, రాత్రిపూట చటుక్కున చల్లబడిపోతుంది. ఉభయార్ధగోళాలలోనూ, వేసవిశీతాకాలాలలో ఉష్ణోగ్రత ఒకమోస్తరుగానే ఉండే ఉష్ణమండల ఎడారుల్లోకూడా ఈ విధంగానే జరుగుతుంది. వేసవిలోవున్నంత అధికోష్ణోగ్రతలు శీతాకాలంలో ఉష్ణోగ్రతలు అంత ఉండవు. రాత్రిఉష్ణోగ్రత హిమాంకాన్ని దాటి కిందికి పోతుంది. అయితే పగలు వేగంగా వేడెక్కి ఉష్ణోగ్రత ఒక్కొక్కప్పుడు 30° సెం. గ్రే. వరకూ పెరుగుతుంది.

ఎడారులలో అసౌకర్యమైన వాతావరణానికితోడు తీవ్రమైన గాలులు పొడినేల మీదుగా వీస్తాయి. పచ్చిక లేకపోవడంచేత బ్రహ్మాండమైన ధూళిమేఘాలు చాలా ఎత్తుకు లేస్తాయి. నేలమీదుగా ఇసుకను విసురుతాయి.

అపక్షయము - నేలలు

ఎడారులలో తేమ లేకపోవడంచేత రసాయన యాంత్రిక అపక్షయములు రెండూ మందంగానే సాగుతాయి. యాంత్రికాపరదనముదే పైచేయి అవడంచేత మార్పుచెందని శిలాఖండములు ఏర్పడుతాయి. యాంత్రికాపరదనము కొంతవరకూ కొండకొననుండి కిందపడి ముక్కలుకావడంవంటిది కేవలం గురుత్వాకర్షణ

ఫలితంగా జరుగుతుంది. పవనచాలితమైన ఇసుక కొంతవరకూ యాంత్రికా పరదనం కలిగిస్తుంది. ఎడారులలోకలిగే విపరీతమైన ఉష్ణోగ్రతావిభేదాలవల్ల శిలాద్రవ్యం వ్యాకోచ సంకోచాలుపొంది యాంత్రికాపరదనం జరుగుతుంది.

అవశేషమృత్తిక అరుదుగా ఏర్పడుతుంది. ఏమంటే రక్షించే పచ్చిక లేకపోవడంచేత గాలి దానివి దూరంగా తోసివేస్తుంది. అయినప్పటికీ స్థానికంగా మృత్తికలు ఒక్కొక్కప్పుడు ఏర్పడుతాయి. కాని వాటిలో తేమనేలలోని మృత్తికలలోఉండే హ్యూమస్ (humus) ఉండదు. వాటిలో కేల్సైటు, జిప్సమ్, ఆఖరికి హేలైటువంటి విలేయ (soluble) ద్రవ్యములు వాటిని కరిగించడానికి అవసరమైన నీరులేక విలిచిపోతాయి.

నీరు

ఎడారిప్రదేశాలలో వర్షపాతం స్వల్పాతిస్వల్పమే అయినప్పటికీ అపరదనము, సంవహనము విక్షేపణములకు తగినంత నీరు ఉంటుంది.

ఎడారులలో ప్రవహించే నదులు ఏవీ సముద్రాన్ని చేరవు. ఎడారి నదుల శయ్యలు సకృత్తుగావచ్చే వరదలసమయంలోతప్ప ఎండిపోయి ఉంటాయి. అప్పుడైనా జలప్రవాహం బహుస్వల్పకాలమే ఉంటుంది. ఏమంటే ఆ నీరంతా త్వరగా ఆవిరి అయిపోవడంగానీ, ఇసుకలోకి ఇంకిపోవడంగానీ జరుగుతుంది. ఒక్కొక్కప్పుడు విశాలమైన ఎడారిమైదానాలు, మధ్యస్థంగాఉండే ద్రోణులవైపు వాలుకలిగివుంటాయి. వీటినే ప్లాయాలు అంటారు. వీటిలో అప్పుడప్పుడు నీరు సంచితమవుతూ ఉంటుంది. అటువంటి ప్లాయా సరస్సులు సాధారణంగా త్వరలోనే ఇంకిపోతూ ఉంటాయి. లేదా అగభీరమైన ఉప్పునీటిసరస్సులుగా మిగిలిపోతాయి. అమెరికాలోని గ్రేట్ సాల్ట్ లేక్ ఇందుకు ఒక చక్కని ఉదాహరణ.

వర్షపాతం తక్కువకావడంచేత ఎడారిప్రాంతాలలో భూమిగతజలమున్నూ తక్కువగానే ఉంటుంది. ఆ పడిన కొద్ది వర్షపునీరయినా భూమిలోపలి రిజర్వాయర్లను చేరేలోపుగానే ఆవిరి అయిపోతుంది. వాయుమిశ్రణమండలంవరకూ చేరగలిగిన నీటిని ఎడారిమొక్కలు ఉపయోగించుకుంటాయి. కాని, అందులో

చాలాభాగం మళ్ళీ ఉపరితలంమీదికి ఆవిరిరూపంలోవచ్చి వాతావరణంలో కలిసి పోతుంది.

ఎడారిస్థలాకృతి

ఎడారులలో వర్షాభావంవల్ల చెదురుమదురుగా అక్కడక్కడా మొక్కలు పెరుగుతాయి (*24 వ చిత్రపటం*). ఎడారులలో పెరిగేరకం స్వల్పమైన మొక్కలు, దుబ్బలు యాంత్రిక అపరదన అపక్షయములను అడ్డగించగల సామర్థ్యంగలవికావు. పైవాలూ, క్రిందివాలులమీదుగానుకూడా పవనముపీచి, దుమ్ము ఎక్కడెక్కడఉన్నా వెతికి, బయటికి లాగివేస్తుంది. ఇవి అన్నీ కలిసి ఎడారులకు ప్రత్యేకమైన స్థలాకృతిని కలిగిస్తాయి. క్షితిజమువరకూ మచ్చలులేవి ఆకాశందాకా అడ్డువచ్చే చెట్టూ చేమలూ లేక ప్రకృతి అనంతమైనదిగా కనిపిస్తుంది. ఎడారిప్రదేశమంతటా విశాలమైన మైదానాలు, గాలిపీచగా ఏర్పడ్డ నగ్నశిలా సానువులు, చదునైన ఉప్పురికిన ప్లాయాలు మెల్లిగా కదిలే ఇసుకదిబ్బలు కనిపిస్తాయి (*25 వ చిత్రపటం*). అక్కడక్కడ సక్రతుగా పర్వతాలూ, నిట్రమైన గోడలు కలిగిన కేన్యానులు ఉంటాయి. తేమ ఎక్కువగాఉండే ప్రదేశాలలో మొక్కలు, మట్టిచరియలనుకప్పి, స్తరశిలలలోని వంకరటింకరలను ఎక్కువగా కనబడనీయవు. కాని, ఎడారులలో అయితే స్తరశిలలు అక్కడి స్థలాకృతిమీద కొట్టవచ్చినట్లు కనిపిస్తాయి. కనుక, ఎడారులలో భూపృష్ఠపు భూవైజ్ఞానికసంరచన స్ఫుటంగా కనబడుతుంది.

ఆర్ద్రశీతోష్ణస్థితిలో అపరదనాంతమున సాధారణంగా వాలు తక్కువగాఉండే ప్రాయమైదానం ఏర్పడుతుంది. కాని, అల్పజలక, అర్ధశుష్క శీతోష్ణస్థితులలో అయితే పైకిలేచిఉన్న పర్వతాల నిట్రపుచరియలు, ఎత్తైన పీఠభూములు అపరదన కారకముల క్రియకు లోనై వెనుకకు అరుగుతాయి. తత్ఫలితంగా ఎడారినదుల, లేక ఎడారిద్రోణులవైపు వాలు ఏర్పడేటట్లు స్తరశిలలు అరుగుతాయి. ఈ అపరదన ఉపరితలములను శైలపదములు (పిడిమెంట్సు) అంటారు. కాలక్రమాన మహా పర్వతాలు శిథిలీభూతములై చిన్నదిబ్బలుగానో, పైకిలేచి నిలువబడిన చిన్నకఠిన శిలాఖండములుగానో మిగిలిపోతాయి. అదే ఆర్ద్రశీతోష్ణస్థితిలో అయితే వృద్ధదశలో

కాని ప్రాయమైదానం ఏర్పడదు; అల్పజలకచక్రంలో మొదటినుంచీ శైలిపదము ఉంటుంది. అపరదనం సాగుతూఉంటే శైలిపదములు వైశాల్యంలో పెరుగుతాయి; పర్వతముల, పీఠభూముల మండలాలు తరుగుతాయి. శైలిపదముఖంలో ఉన్న పరిఖాలంబపువాలుగానీ, లేదా శైలిపదపువాలుగానీ చక్రం మొదటికన్న చివరలో వాలు తక్కువ ఏమీకాదు; అదే ఆర్ద్రశీతోష్ణస్థితిలో అయితే వాలులు కాలక్రమాన తరుగుతాయి.

ఇండియాలోని అల్పజలకప్రాంతాలు

పంజాబులోని శుష్కమైదానాలు దక్షిణానికి విస్తరించి, రాజస్థాన్‌లోని అల్పజలకమైదానాలతో క్రమంగా కలిసిపోతున్నాయి. ఈ అల్పజలకప్రాంతానికి తూర్పున ఆరావళీపర్వతాలు ఉన్నాయి. ఈ ప్రాంతపు సాధారణౌన్నత్యం 150 నుంచి 300 మీ. వరకూ ఉంటుంది. ఎడారిప్రాంతపు స్థలాకృతిపరిణామము గంగా సింధు మైదానపు స్థలాకృతిపరిణామముకన్న భిన్నంగా ఉంటుంది. ఏమంటే ఎడారిలో పరిణామప్రక్రియలో ప్రవాహోదకంకన్న పవనానిది పైచేయి కనుక. ఈ ప్రదేశంలో వర్షపాతం తక్కువ. ఇసుక స్థలచలనం పొందుతూ ఉంటుంది. పూర్వపునదుల ఎండిపోయిన శయ్యలు క్రమక్రమంగా ఈ ప్రాంతం శోషించడాన్ని తెలుపుతాయి. ఈ అల్పజలకమైదానాలలో ప్రవహించేది ఒకేఒక లూనీ (ఉప్పునది). అందులో కూడా వర్షపాతం తక్కువగానున్న సంవత్సరాలలో నీరు బహుస్వల్పంగా ఉంటుంది.

ఈ అల్పజలకప్రాంతంలో చాలాభాగంలో భూమిగతజలం ఉప్పగా ఉంటుంది. ఈ ప్రాంతంలో ఉప్పునీటిసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. వాటిలో సంబార్ సరస్సు అన్నిటికన్న పెద్దది. ఇది జయపూరుపట్టణానికి 60 కి. మీ. పశ్చిమంగా ఉంది. ఇది వానాకాలంలో 300 చ. కి. మీ. ప్రదేశాన్ని ఆక్రమిస్తుంది. వేసవిలో దీని ఉపరితలంమీద తెల్లని క్షారమృత్తికలు పెచ్చులుకట్టిఉంటాయి. ఈ సరస్సులోని నీటి నుంచి ఉప్పును తయారుచేస్తారు.

రాజస్థాన్ పడమటి అంచుని ఆనుకుని 26°—29° ఉత్తరఅక్షాంశాలమధ్య 100 కి. మీ. వెడల్పున ఉన్న భూభాగంలో నాలుగింట మూడుపాళ్లు ఎడారే.

ఇక్కడ సంవత్సరానికి సరాసరి వర్షపాతం 15 సెం. మీ. ఇసుక డ్యూనులు ముమ్మరంగా ఉన్నాయి. షాగఢ్‌కి పశ్చిమాన ఉన్న డ్యూనులు చిత్రవిచిత్రమైన ఆకృతులలో శ్రేణులు కట్టిఉంటాయి. వాటిలో చాలాభాగం అనులంబపద్ధతిలో ఉన్నాయి. 26° ఉత్తరఅక్షాంశానికి దక్షిణానకూడా డ్యూనులు ఉన్నాయి కానీ అవి బార్కన్ అనుప్రస్థపద్ధతిలో ఉంటాయి. బార్మర్‌ప్రాంతంలో బార్కన్లు 5 మీ. నుంచి 100 మీ. ఎత్తువరకూ ఉంటాయి.

జైసల్మీరుకి ఉత్తరంగా రాన్ అనబడే ప్లాయాసరస్సులు చాలా ఉన్నాయి. ఇవి పల్లపు పరిఖాలంబములచే పరివృతమైన ద్రోణుల్లా ఉంటాయి. ఈ సరస్సులు అనుకేంద్ర డ్రెయినేజి (centripetal drainage) కలిగిఉన్నప్పటికీ ఏడాదిలో చాలాభాగం ఎండిపోయి ఉంటాయి.

ఆరావళీ రేంజి పాదముదగ్గరనుంచి పడమటకు స్టెప్పీమండలం విస్తరించి, క్రమంగా ఎడారిప్రాంతంలోకి కలిసిపోతుంది. చిన్నచిన్న నదులు అనేకం ఉన్న ఈ ప్రాంతంలో డ్యూనులు చాలా తక్కువగా ఉన్నాయి. పశ్చిమరాజస్థాన్‌లో ఎత్తైన పర్వతశ్రేణి ఇక్కడే ఉంది. శిలాభాగం కొంతవరకూ ఇసుకలో కప్పబడి ఉంది, కానీ పూర్వకాలంలో బలీయమైన నదులచే కోయబడి, తరువాత వాయూఢ అపరదనం (aeolian erosion) చేత పరివర్తితమైన నదీకృత స్థలాకృతికి ఇది ప్రతీక.

హిమాలయశ్రేణికి దక్షిణానఉన్న రాజస్థాన్‌లోని థార్‌ఎడారి, ఉత్తరానఉన్న విశాలమైన తక్లమాకన్‌ఎడారి—ఈ రెండూకూడా మధ్యఆసియాలోని పెద్దఎడారి బెల్టులో భాగమే. ఇవి సహారాఎడారితో అవిచ్ఛిన్నసంబంధంకలవే. ఈ ప్రదేశంలో ఒకప్పుడు ఆర్ద్రశీతోష్ణస్థితి, అడవులు, మానవుల నివాసాలూ ఉండేవనీ, నిర్జలత్వం ఇటీవలనే వచ్చిందనీ తెలుస్తోంది. హిందూమహాసముద్రంమీదనుంచి తేమగాలుల మార్గం మళ్ళింపబడడమూ, తద్వారా ఆ ప్రదేశపు డ్రెయినేజిపద్ధతి తారుమారు కావడమూ కారణంగా ఈ ప్రాంతం శోషితం అయింది.

వాతావరణ పరిసంచరణంమీద హిమాలయాల ప్రభావంవల్ల రాజస్థాన్‌లోని థార్‌ప్రాంతానికి ఈ శోషణప్రభావం పూర్తిగా తగులలేదు. హిమాలయాలు తమ

ఔన్నత్యంచేతనూ, ఋతుపవనాలదారిలో ఉండడంచేతనూ, ఆ పవనాలలోవి తేమను చాలాభాగం వర్షరూపంలోగాని, మంచురూపంలోగాని ఆకట్టుకొంటాయి. అందుచేత దక్షిణవాహినులైన అనేకనదులీ హిమాలయములనుండే పుడుతున్నాయి. ఈ విధంగా మధ్యఆసియా అంతటా కనబడే శోషణంనుంచి హిమాలయాలు ఈ ప్రాంతాన్ని రక్షించాయి. సముద్రాలమీదుగావచ్చే తేమగాలులను విరోధించి, హిమాలయాలు క్రమంగా టిబెట్టు, దానికి వాయవ్యంగాఉన్న టారిమ్ ద్రోణిని ఎండగట్టేశాయి. అంతకంతకు అధికమవుతున్న ఇసుకలో నదీవ్యవస్థలు ఇంకి మాయమైపోవడంవల్ల ప్రపంచమంతటిలోనూ బాగా పాడుపడ్డప్రదేశాలలో ఈ ప్రాంతం జమచేయబడింది.

ఇరువదియవ ప్రకరణము

శీతోష్ణస్థితి - అందులోని రకాలు

వాతావరణము - శీతోష్ణస్థితి

గాలిఉష్ణోగ్రత, పీడనము, గాలిదిశ, వేగము, ఆర్ద్రత, మేఘాలు, వర్షపాతం మొదలైనవి ఏదో ఒకసమయంలో ఎల్లా ఉన్నాయో తెలిపేది వాతావరణము *(weather)* అని అంటారు. ఒకప్రదేశంలో సరాసరి వాతావరణపరిస్థితి ఎల్లా ఉంటుందో తెలిపేదానిని *శీతోష్ణస్థితి (climate)* అని అంటారు. ఈ శీతోష్ణస్థితి ఈ క్రింది విషయాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. 1. అక్షాంశము, 2. ఎత్తు, 3. సముద్రానికిగల దూరం, 4. సముద్రప్రవాహాలు, 5. పవనములు, 6. భూమి మీది ఎత్తుపల్లాలు, ముఖ్యంగా పర్వతశ్రేణులు ఎక్కడ ఏ దిశగా విస్తరించి ఉన్నాయన్న విషయము.

ఒకప్రదేశంలోని ఋతువులు సంవత్సరంలోని వివిధకాలాలలో పగలు ఎంత దీర్ఘంగా ఉంటుందన్న విషయం ఆ ప్రదేశపు అక్షాంశంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. పగటిపూటయొక్క గరిష్ఠ కనిష్ఠ దైర్ఘ్యములభేదం అక్షాంశంతోపాటు పెరుగుతుంది. కనుక, మిగిలిన అన్నిపరిస్థితులూ ఒకేమాదిరిగా ఉన్నప్పటికీ అక్షాంశం అధికమైతే శీతాకాలానికీ, వేసవికాలానికీ భేదం ఎక్కువ అవుతుంది.

సముద్రమట్టంకన్న ఎత్తుపెరిగినకొద్దీ సరాసరి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. ప్రతి 155 మీ. ఎత్తుకీ 1° సెం. గ్రేడు చొప్పున తగ్గుతుంది. దీనిని క్షోభమండలపు ఉష్ణోగ్రతాస్ఖాలిత్యం (lapse of temperature) అంటారు. దీనికి కారణం ఏమంటే, సూర్యకిరణాలవల్ల గాలి సరాసరి వేడెక్కడం చాలా తక్కువగా జరుగుతుంది. దానికి అందే వేడిమిలో ముప్పాతిక మువ్వీసం భూమినుంచి సంవహనం (conduction) వల్లనే లభ్యం అవుతోంది.

ఒకప్రదేశంలోని సంవత్సర సరాసరి ఉష్ణోగ్రతమీద సముద్రసామీప్యతాప్రభావం ఎక్కువ ఉండదు కానీ, హెచ్చుతగ్గులు సరిసమానం చేయబడతాయి. అంటే

సముద్రానికి దూరంగాఉన్న ప్రదేశంలోకంటే దగ్గరగాఉన్నచోట శీతాకాలాలు ఎక్కువ వెచ్చగానూ, వేసవికాలాలు తక్కువ వేడిగానూ ఉంటాయి. భూమ్యుష్ణోగ్రతలో మార్పులు వచ్చినంత అధికంగా సముద్రోష్ణోగ్రతలో మార్పులు రావు. దీనికి కారణం సముద్రజలంలో స్వేచ్ఛగా పరిసంచరణం జరుగడమూ, నీటియొక్క విశిష్టోష్ణత (specific heat) అధికం కావడమూనూ (అంటే కొంతనీరును ఒకడిగ్రీ ఉష్ణోగ్రత పెంచడానికి అవసరమయ్యే వేడిమి, అంతే బరువుగల మరే ఘనపదార్థాన్నైనా ఒక్కడిగ్రీ ఉష్ణోగ్రత పెంచడానికి కావలసిన వేడిమికన్న చాలా ఎక్కువ అని అర్థం). ఈ కారణంచేతనే సముద్రానికి చాలాదూరంలోఉన్న ప్రదేశంలోనూ, ఎత్తైనపర్వతాలు సముద్రానికి అడ్డుగాఉన్న ప్రదేశంలోనూ, *మహాదేశీయ (continental)* లేక *చరమ శీతోష్ణస్థితి* కనిపిస్తుంది. (అంటే శీతాకాలానికీ, వేసవికాలానికీ ఉష్ణోగ్రతాభేదం చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది). చిన్నచిన్న దీవులందనూ, సముద్రతీరాలలోనూ ఉష్ణోగ్రతాభేదం తక్కువగాఉండి *సాగరీయ శీతోష్ణస్థితి* కనిపిస్తుంది.

భూమిమీద వీచే పవనములు ఉష్ణోగ్రతను మార్చి సాగరప్రవాహాలు భూశీతోష్ణస్థితిని పరోక్షంగా మారుస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత, వర్షపాతము పవనములమీద బాగా ఆధారపడి ఉంటాయి.

పర్వతశ్రేణులు శీతోష్ణస్థితిలో అతిముఖ్యమైన మార్పులను తెస్తాయి. అవి సముద్రతీరంలో కనుక ఉంటే ఉష్ణోగ్రతాభేదాలను మందగింపజేసే సముద్ర ప్రభావం భూమిమీదికి రాకుండా అడ్డుతగులుతాయి. వర్షపాతంమీద పర్వతసాను ప్రభావం చాలాదూరంలోనే ప్రారంభమవుతుంది. దగ్గరకువచ్చేకొద్దీ ఆ ప్రభావం బాగా పెరుగుతుంది. ఉష్ణపవనాలనుగానీ, శీతలపవనాలనుగానీ ఉద్ధరించి పర్వతాలు ఉష్ణోగ్రతనుకూడా మారుస్తాయి.

శీతోష్ణస్థితికారకములు

శీతోష్ణస్థితిని నిర్ణయించే విషయాలలో *ఉష్ణోగ్రత* అతిముఖ్యమైనది. దీనిని థర్మామీటరు అనబడే సాధనంతో కొలుస్తారు. రెండురకముల ఉష్ణోగ్రతామానములు అమలులో ఉన్నాయి. ఒకటి సెంటిగ్రేడుమానమూ, రెండవది ఫారెన్‌హీటు

మానమూనూ. వీరు *గడ్డకట్టే ఉష్ణోగ్రత (హిమాంకము)* ను సెంటిగ్రేడు థర్మామీటరులో 0° అనీ, ఫారెన్‌హీటు థర్మామీటరులో 32° అనీ గుర్తు ఉంచుతారు. వీరు *మరిగే ఉష్ణోగ్రత (క్వథనాంకము)* ను సెంటిగ్రేడు థర్మామీటరులో 100° అనీ, ఫారెన్‌హీటుమానములో 212° అనీ గుర్తు ఉంచుతారు. ఇండియాలో సెంటిగ్రేడుమానము అమలులో ఉంది.

ఒకప్రదేశంలో వివిధకాలములలోగానీ, లేదా వివిధప్రదేశములకు చెందిన ఉష్ణోగ్రతాపరిస్థితులను పోల్చిచూడాలంటే సమతాప (isothermal) పటములను తయారుచేయడం అవసరం. అటువంటి పటంలో ఒకే ఉష్ణోగ్రతగల ప్రదేశాలను కలుపుతూ రేఖలు గీస్తారు. ఎత్తునుబట్టి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుందని గుర్తుంచుకుని ఉష్ణోగ్రత సముద్రమట్టంలో ఉంటే ఎంత ఉంటుందో లెక్కించి ఉష్ణోగ్రతలను గుర్తిస్తారు. భూతలంమీద ఆ సమయంలో ఉష్ణోగ్రతావితరణం ఎల్లా ఉందో తెలుసుకోడానికి ఈ పటాలు పనికివస్తాయి. అటువంటి రేఖలను *సమతాపరేఖలు (isotherms)* అంటారు. ఋతుభేదాలు, అక్షాంశములు, సముద్రానికి చేరువలో ఉండడం, పవనముల దిశవంటి అనేక పరిస్థితులనుబట్టి ఉష్ణోగ్రత ఏ విధంగా మారుతుందో ఈ పటములను చూస్తే స్ఫుటంగా తెలుస్తుంది. ఈ సమతాపపటములు *సముద్రతలానికి లఘుకృతములు (reduced to the sea level)* అయిన ఉష్ణోగ్రతలను ఆధారంగా నిర్మించినవి అని గుర్తుంచుకోవాలి. కనుక స్థానికంగాఉన్న ఔన్నత్యఫలితంగా ఏర్పడే ఉష్ణోగ్రతాభేదాలు ఈ పటములలో కనిపించవు. సమతాప పటములలో చూపిన ఉష్ణోగ్రతలోనుంచి ప్రతి 155 మీటర్ల ఎత్తుకూ 1°C చొప్పున తీసివేస్తే ఆ ప్రదేశపు ఉష్ణోగ్రత వస్తుంది. ఉష్ణోగ్రతలో పరమ భేదాలను ప్రదర్శించే జనవరి, జూలై నెలల సమతాప పటములు చాలా ఉపయోగకరమైనవి.

అతితరుచుగానూ, అత్యధికంగానూ ఉండడంచేత ఘనీభూతమైన తేమలోవి వివిధరకాలలో ముఖ్యమైనది వాన. ఒకేప్రదేశంలో పడిన వాన మొత్తాన్ని ఆ ప్రదేశపు *వర్షపాతం (rainfall)* అంటారు. శీతోష్ణస్థితి ఈ వర్షపాతంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. సాధారణంగా అనేకసంవత్సరాలలో పడిన మొత్తంవర్షాన్ని కూడి, దానిని ఆ సంవత్సరాల సంఖ్యచే భాగిస్తే వచ్చేసంఖ్యను ఆ ప్రదేశపు *సరాసరి సాంవత్సరిక వర్షపాతం* అంటారు.

వాయుమండలంలోని రకరకాల వాయువులు అన్నీ కలిసి భూతలంమీద కొంత బరువును కలిగిస్తాయి. ఈ బరువునే *వాయుపీడనం* లేక *గాలివత్తిడి* అంటారు. దీనిని *బారోమీటరు* అనే పనిముట్టుతో కొలుస్తారు (*బారోస్* అనే గ్రీకుపదానికి బరువు అని అర్థం).

ఒకే ప్రదేశంలోని గాలిపీడనం మారుతూ ఉంటుంది. దీనికి కారణం ఉష్ణోగ్రత మారడమే. ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే గాలిసాంద్రత తగ్గుతుంది; కనుక గాలివత్తిడి తగ్గుతుంది. మరో కారణంకూడా ఉంది. గాలికన్న నీటిఆవిరి తేలిక కనుక ఒక ప్రదేశంలో గాలిలో నీటిఆవిరి అధికంగాఉంటే గాలి తేలికై వత్తిడి తగ్గుతుంది.

మిగిలిన పరిస్థితులలో ఏ మార్పులేకుండాఉంటే ఉష్ణోగ్రత పెరిగినప్పుడు వత్తిడి తగ్గుతుంది. అంటే, థర్మామీటరు హెచ్చులో ఉంటే బరోమీటరు తగ్గుకో ఉంటుంది. అల్లాగే గాలిలో నీటిఆవిరి అధికమైనప్పుడు బరోమీటరు పఠనము (reading) తక్కువగా ఉంటుంది. ఒకప్రదేశంలోని పీడనపరిస్థితులను పటములో చూపించ డానికి ఒకసమయంలో సమానపీడనపఠనములు కలిగిన ప్రదేశాల నన్నింటినీ కలుపుతూ రేఖలను గీస్తారు. ఈ పఠనాలను 0° సెం. గ్రే. ఉష్ణోగ్రతకీ, సరాసరి సముద్రతలానికీ లఘ్వీకరించి ఈ రేఖలను గీస్తారు. ఈ రేఖలను *సమపీడనరేఖలు* *(isobars)* అంటారు.

వత్తిడి ఎక్కువగాఉన్న ప్రదేశాలనుంచి వత్తిడి తక్కువగాఉన్న ప్రదేశాలకు గాలి వీసుతుంది. ఈ గాలి కదలికలే పవనములు. పవనములకు కారణమైన పీడన భేదములు స్థిరమైన అంతరములలో (intervals) కలుగుతున్నట్లైతే ఈ పవనములు *ఆవర్తకములు* *(periodic)* అవుతాయి. స్థానికపీడనవిక్షోభముల (disturbances) చేత *చర* *(variable)* పవనములు పిద్దిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులవల్లనూ, గాలిలోని నీటిఆవిరిలో హెచ్చుతగ్గులవల్లనూ వత్తిడిలో మార్పులు వస్తాయి. ఈ కారణాలు పవనములలో భేదములు ఉండడానికి ప్రాథమికహేతువులు. ఈ పవన విభేదాలు శీతోష్ణస్థితిని నిర్ణయిస్తాయి.

వాతావరణస్థితి పటములు

వాతావరణస్థితిని నిర్ణయించే పరిస్థితులను నిర్ధారణచేయడానికీ, వాతావరణస్థితి ముందు ఎల్లా ఉంటుందో జోస్యం చెప్పడానికీ వివిధపరిశీలనా కేంద్రాలలో

వాయుమండలస్థితిభేదాలను వాతావరణస్థితిపటములమీద (weather charts) నమోదుచేస్తారు. ప్రతిరోజూ వివిధపరిశోధనాలయాలనుంచి వచ్చిన సంశోధిత (corrected) బరోమీటరు పఠనములను పటముమీద ఆ యా పరిశోధనాలయాల ఉనికి బిందువులవద్ద గుర్తుపెడతారు. పీడనం సమానంగాఉన్న బిందువులను కలుపుతూ సమపీడనరేఖలను గీస్తారు. వత్తిడిని మిల్లీబార్ అనే ప్రమాణాలలో సూచిస్తారు. 1000 మిల్లీబారులు 75 సెం. మీ. బరోమీటరు పాదరసస్తంభ ఔన్నత్యానికి సమానం. సమపీడనరేఖలు వలయములుగా కలుసుకుంటే తక్కువ దూరంలో అపారమైన పీడనభేదాన్ని సూచిస్తాయి. కనుక పవనము బలీయంగా ఉంటుంది. రెండు ప్రదేశాలమధ్యగల పీడనభేదాన్ని ఆ ప్రదేశాలమధ్యగల దూరంచే భాగిస్తే *బరోమెట్రిక్ ప్రవణత* వస్తుంది. పవనవేగమూ, బలమూ ఈ ప్రవణతకు అనులోమసంబంధాన్ని (direct proportionality) కలిగిఉంటాయి.

శీతోష్ణస్థితుల వర్గీకరణము

గమనించే "ఫేక్టర్లను"బట్టి శీతోష్ణస్థితిని అనేకవిధాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. భూమ్యుపరితలం సూర్యుడినుంచి వేడిమిని గ్రహిస్తుంది కనుక, ఏడాదిపొడుగునా భూమిమీది వేరువేరు ప్రదేశాలలోపడే సూర్యకాంతిని ఆధారంగాచేసుకుని, పూర్వం వర్గీకరించేవారు. భూమ్యుపరితలాన్ని ఈ క్రింది మండలాలుగా విడదీయడం ఆ పద్ధతులలో ఒకటి :

(1) కర్కాటక మకర రేఖలమధ్య, అంటే, $23\frac{1}{2}^\circ$ ఉత్తరఅక్షాంశానికీ, $23\frac{1}{2}^\circ$ దక్షిణఅక్షాంశానికీ మధ్యగల ప్రదేశాన్ని *ఉష్ణమండలం* అంటారు. ఈ మండలంలో ఏడాదిలో కనీసం ఒక్కసారి అయినా సూర్యుడు సరిగ్గా నడినెత్తిన ఉంటాడు.

(2) కర్కాటకరేఖకీ $66\frac{1}{2}^\circ$ ఉత్తరఅక్షాంశానికీ మధ్యగల మండలాన్నీ; మకరరేఖకీ $66\frac{1}{2}^\circ$ దక్షిణఅక్షాంశానికీ మధ్యగల మండలాన్ని *సమశీతోష్ణ మండలాలు* అంటారు. ఈ మండలాలలో సూర్యుడు ఎన్నడూ నడినెత్తిమీదికి రాడు. కాని, 24 గంటల కాలంలో సూర్యుడు ఒకసారి ఉదయించి అస్తమిస్తాడు.

(3) *ధ్రువమండలములు, లేదా అతిశీతలమండలములు.* ఇక్కడ రాత్రింబవళ్లు ఒక్కొక్కప్పుడు 24 గంటలకన్న అధికంగా ఉంటాయి.

ఉష్ణోగ్రతలో మార్పులు కలిగించే పరిస్థితులనుగాని, పవనముల ప్రభావాన్ని గాని ఈ వర్గీకరణం లెక్కలోకి తీసుకోకపోవడంచేత శీతోష్ణస్థితులు భిన్నంగా ఉండే దేశాలు ఒకేమండలంలో చేర్చడం జరిగింది.

శీతోష్ణస్థితి చాలాభాగం వర్షపాతంమీద ఆధారపడడంచేతనూ, ఆ వర్షపాతం మళ్ళీ సాపేక్షఆర్ద్రతమీదనూ, పవనములు వీచే దిశమీదనూ ఆధారపడిఉండడం చేతనూ, భూగోళంమీద విస్తరించిన వివిధ పవనక్షేత్రములమీద ఆధారపడిన మరొకరకం వర్గీకరణాన్ని తయారుచేశారు. ఈ వ్యవస్థ ప్రకారం "ఉష్ణమండలం"లో ప్రశాంతవిషువన్మండలమూ (equatorial belt of calms), వ్యాపారపవనములు వీచే మండలమూ ఇమిడిఉన్నాయి. ఇదేవిధంగా పశ్చిమపవనప్రభావితమైన అక్షాంశములలో సమశీతోష్ణమండలం ఇమిడిఉంది. ఈ వ్యవస్థలోకూడా పవనక్షేత్రముల ఎల్లలు అస్ఫుటముగా, ఋతువులనుబట్టి మారేవిగానూ ఉంటాయి.

ఉష్ణోగ్రతమీద ఆధారపడిన వర్గీకరణం మరొకటి ఉంది. సరాసరి వార్షిక 20° సెం. గ్రే. సమతాపరేఖల రెంటిమధ్యగల మండలాన్ని ఉష్ణక్షేత్రం అనీ. ఈ మండలానికి ఇరుప్రక్కలా ఉష్ణతమమాసంలో 10° సెం. గ్రే. సమతాపరేఖల వరకూ సమశీతోష్ణ మండలములు అని, ఆపైన రెండు ధ్రువ మండలములు అనీ విభజించారు.

ఇంతవరకూ నిర్వచించిన శీతోష్ణస్థితిమండలములు ప్రతిదానిలోనూ సముద్రానికి సమీపంగాగానీ, దూరంగాగానీ ఉండడంచేతనూ, పవనములదిశనుబట్టీ, స్థలదౌన్నత్య భేదములచేతనూ వివిధమైన శీతోష్ణస్థితులు ఉంటాయి. కనుక, ప్రతిమండలం లోనూ సాగరీయ శీతోష్ణస్థితి, మహాద్వీపీయ శీతోష్ణస్థితి, మధ్యస్థమైన తీరప్రాంత శీతోష్ణస్థితి, చరమమైన ఎడారి శీతోష్ణస్థితి అనే విభేదాలు ఉండవచ్చునని గుర్తించడం అవసరం.

శీతోష్ణస్థితులలో రకాలు

భూమధ్యరేఖామండలము : ప్రశాంతవిషువన్మండలము ఎల్లప్పుడూ వేడిగానూ, వర్షములతోనూ ఉంటుంది. ఇక్కడ ఉష్ణమండల దట్టమైన అరణ్యాలు విశిష్టంగా కానవస్తాయి.

వ్యాపారపవనక్షేత్రాలు : వ్యాపారపవనాలు చల్లనిప్రదేశాలనుండి వేడిప్రదేశాలకు వీస్తాయి. ఆ వీచడంలో సముద్రంమీదుగా వస్తూ తేమను పీల్చుకుంటాయి. ఈ పవనములు ఎత్తైన భూములమీదుగా వీచినప్పుడు ఈ తేమ ద్రవీభూతం అవుతుంది. కనుక తూర్పువైపుగాఉన్న తీరములయందు విపరీతంగా వర్షములు కురుస్తాయి. ఖండములమీదుగా వీచేటప్పుడు ఈ వ్యాపారపవనములు శోషితములు అవుతాయి; కనుకనే భూమిమీద పెద్ద ఎడారులన్నీ వ్యాపారపవనములదారిలో ఖండములకు పడమటిఅంచున ఉన్నాయి.

ఋతుపవనప్రదేశము : ఋతుపవనములు బాగా అభివృద్ధిచెందిన ప్రదేశాలలో సాధారణంగా ఏడాదిలో మూడు ఋతువులుంటాయి; వేడిగాఉండే వసంతమూ, వర్షములు అధికంగాఉండే వేడివేసవి, వర్షము తక్కువగాఉండే చల్లని శీతాకాలమూనూ. విశేషమైన వర్షపాతమూ, అధికోష్ణోగ్రతా కలిసి ఋతుపవనదేశాలను ప్రపంచం అంతటిలోకీ అత్యంత ఉత్పాదకప్రదేశాలుగా మారుస్తున్నాయి.

శాంతలక్షణములు : వ్యాపారపవనక్షేత్రముల బయటిఅంచులు (సమశీతోష్ణమండలపు అంచులు) సాధారణంగా పొడిగానూ, ఉష్ణోగ్రతాపరాసము (range) అధికంగా కలిగిన్నీ ఉంటాయి, ఎడారులకూ, సమశీతోష్ణారణ్యాలకు మధ్యస్థమైన వనసంపద కలిగిఉంటాయి. ఆగ్నేయరష్యా, నైఋతిఆసియాలలోని "స్టెప్పీలు", మధ్యఅమెరికాసంయుక్తరాష్ట్రాలలోని "*ప్రయారీలు*" వంటి పచ్చికబయళ్లు కనిపిస్తాయి.

సమశీతోష్ణమండల శీతోష్ణస్థితులు : ఉత్తరసమశీతోష్ణమండలంలో చక్రవాతముల చేత వాతావరణం సంక్షుభితం అవుతూ ఉంటుంది. ఏడాదిపొడుగునా వర్షపాతం సుమారుగా సరిసమానంగా ఉంటుంది. ఈ మండలంలో అరణ్యాలు అధికం; ఉత్తరానకన్న దక్షిణాన చల్లదనం అధికం.

ఆర్కిటిక్ శీతోష్ణస్థితులు : "అర్ధరాత్రి సూర్యుడు" ఉండే సమయంలో, అంటే ఆర్కిటిక్‌వృత్తంలో వేసవిలో చల్లని తేమగల శీతోష్ణస్థితి, తరుచు వర్షపాతం ఉంటుంది. నేల తరుచు చిత్తడిగా ఉంటుంది. సూర్యుడు అస్తమించి, మళ్ళీ వసంతంవరకూ సూర్యోదయంకాని శీతాకాలంలో నేలఅంతా హిమంతోనూ,

సముద్రం మంచుమయంగానూ ఉంటుంది. గడ్డకట్టిన మాస్ (moss) తో నిండిన ఆర్కిటిక్ ప్రాంతపు చిత్తడినేలలను "టండ్రాలు" అంటారు.

హిందూదేశపు శీతోష్ణస్థితి

భారతదేశంలో అనేకరకాల శీతోష్ణస్థితులు ఉన్నాయి. ఉదాహరణకి పంజాబులో వేసవిలో చాలా వేడిగానూ, శీతాకాలంలో చాలా చలిగానూ ఉండి మహాదేశీయ వాతావరణం కనిపిస్తుంది. కేరళలో ఏడాదిపొడుగునా ఉష్ణోగ్రతాఆర్ద్రతలలో అట్టే భేదంలేని సాగరీయ శీతోష్ణస్థితి కనిపిస్తుంది. ఉత్తరాన అస్సాములో తేమ అధికం. పడమటను రాజస్థాన్ ఆర్ద్రహీనంగా ఉంటుంది. థార్ఎడారిలో సగటుసాలు వర్షపాతం 13 సెం.మీ. కన్న తక్కువ; అస్సాములోని చిరపుంజిలో 1030 సె. మీ. కంటే ఎక్కువగా వర్షం కురుస్తుంది.

భారతదేశపు శీతోష్ణస్థితి చాలావరకూ మన భౌగోళికమైన ఎల్లలకు బయటగల పరిస్థితులమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉదాహరణకి, శీతలత్వమూ, వాన, హిమపాతమూ కలగడానికి తూర్పున మధ్యధరాప్రాంతంలో ఏర్పడే అధోపీడన వ్యవస్థలు కారణం. అల్లాగే వేసవి ఋతుపవనాలలో వర్షవితరణము దక్షిణ ఆసియా, హిందూమహాసముద్రము, చైనాసముద్రముల ప్రాంతపు పీడన ఉష్ణోగ్రతలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

హిందూదేశ శీతోష్ణస్థితుల ముఖ్యలక్షణం ఋతుపవనములు అనబడే ఋతుభేదములు కలుగుతూఉండడం. శీతాకాలంలో భారతదేశంమీదుగా వీచే గాలులు సామాన్యంగా భూమిమీదనుంచి సముద్రంమీదకు ప్రయాణంచేస్తాయి. వీనిని ఈశాన్యఋతుపవనములు అంటారు. హిమాలయాలు అడ్డుగా ఉండడంచేత ఆసియాఖండపు శీతలవాయువులు హిందూదేశంలోకి అడుగుపెట్టలేకుండా ఉన్నాయి. ఉత్తరహిందూదేశంలోని ఉపఉష్ణమండల ఉన్నతపీడన ప్రశాంతప్రదేశాలలో ప్రభవించిన గాలులవల్ల బంగాళాఖాతము, అరేబియాసముద్రము, హిందూమహాసముద్రము ప్రభావితములు అవుతాయి. ఈ గాలులు భూమిమీద పుట్టడంచేత పొడిగాఉంటాయి. వేసవిలో సముద్రంమీదనుంచి భూమిమీదికి గాలులు వీస్తాయి. ఈ గాలులను నైఋతిఋతుపవనాలు అంటారు. ఇవి సముద్రంమీద పుట్టడంచేత

తేమగా ఉంది. వర్షాలు తరుచు కురుస్తాయి. శీతాకాలంలో మధ్య దక్షిణ ఆసియా భూఖండములు అదే అక్షాంశమువద్ద పసిఫిక్, అట్లాంటిక్ మహాసముద్రప్రాంతాల కన్న 8°—14° సెంటిగ్రేడు చల్లగానూ, వేసవిలో భూభాగం సముద్రంకన్న 5°—8° సెంటిగ్రేడు వెచ్చగానూ ఉంటుంది. ఈ భేదములే ఋతుపవనములకు ముఖ్యకారణం.

భారతదేశ భౌతికలక్షణాలు తత్ శీతోష్ణస్థితిమీద గొప్ప ప్రభావాన్ని కలిగిఉన్నాయి. పడమటికనుమలకు, అస్సాంకొండలకు, హిమాలయాలకు పవనఅభిముఖదిశలో విశేషంగా వర్షపాతం జరుగుతుంది. భారతీయద్వీపకల్ప పీఠభూమిలోనూ, గంగామైదానంలోనూ వర్షపాతం మధ్యస్థంగా ఉంటుంది. దక్షిణపంజాబు, పశ్చిమ రాజస్థాన్‌లు చాలా పొడిగా ఉంటాయి.

ముఖ్యమైన ఋతుపవనసమయాలు రెండింటికీమధ్య రెండు సంధిసమయాలు—నైఋతిఋతుపవనాలు ఆరంభమయ్యేముందు, అంతమయ్యేముందు వెచ్చని శీతోష్ణస్థితి ఉన్నాయి. కనుక ఇండియాలో నాలుగు ముఖ్యమైన ఋతువులను గుర్తించవచ్చు :—

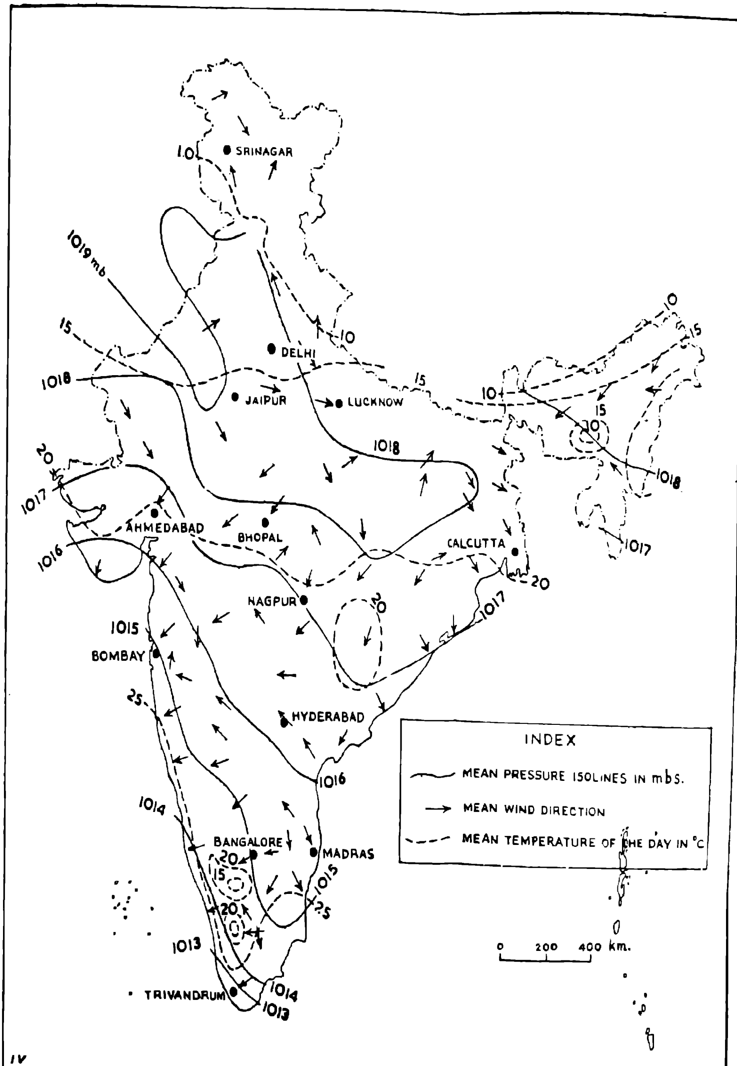
(1) శీతాకాలం—డిసెంబరు నుంచి ఫిబ్రవరి వరకూ.

(2) వేసవి—మార్చి నుంచి మే వరకూ.

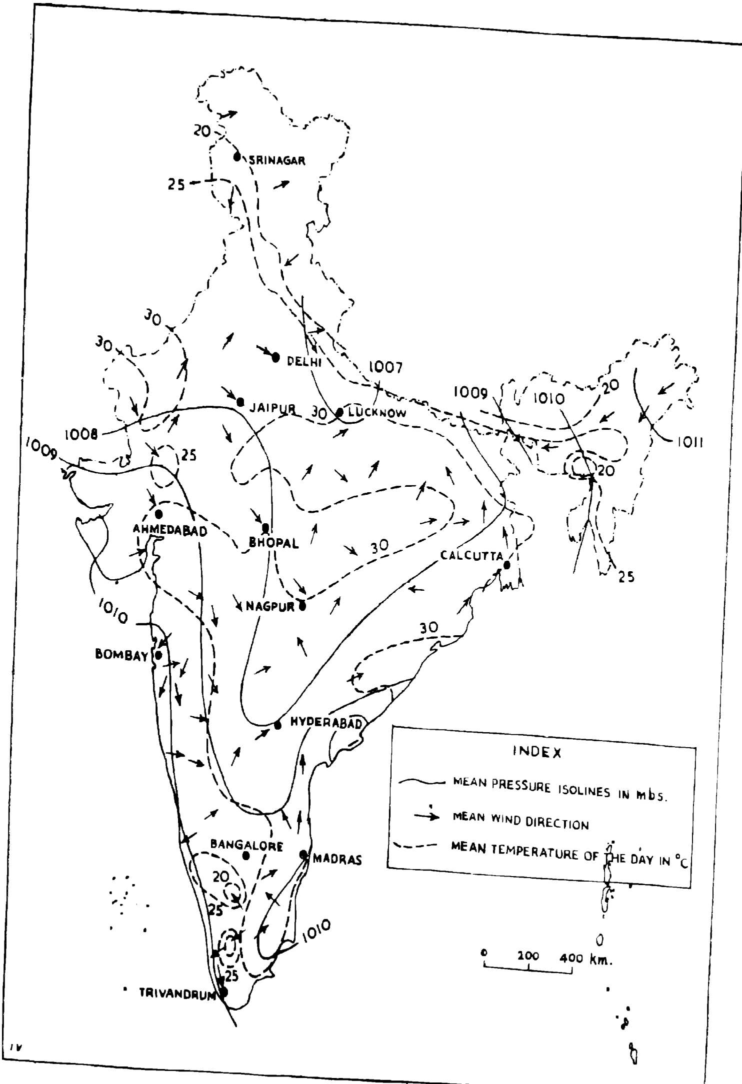
(3) నైఋతిఋతుపవనకాలము—జూన్ నుంచి సెప్టెంబరు వరకూ.

(4) తిరోగమన నైఋతి ఋతుపవనకాలము—అక్టోబరు నుంచి నవంబరు వరకూ.

1. *శీతాకాలం :* ఈ కాలం డిసెంబరులో ప్రారంభమవుతుంది. ఆసియాలో అత్యల్పఉష్ణోగ్రతఉండే జనవరినాటికి ఈశాన్యఋతుపవనములు భారతదేశపు భూసముద్రప్రాంతములమీదుగా వీచుతాయి. నిర్మలాకాశము, చక్కని వాతావరణ స్థితి, మందమైన ఉత్తరపవనాలు, అల్పమైన ఉష్ణోగ్రతాఆర్ద్రతలూ. ఇవీ డిసెంబరు నుంచి ఫిబ్రవరివరకూ ఇండియాలో కనబడే వాతావరణ లక్షణాలు. అప్పుడప్పుడు చక్రవాత అపనమ్రతలు (cyclonic depressions) ఏర్పడి, ఉత్తరభారతదేశంలో పడమటినుంచి తూర్పుకి ప్రయాణంచేసి, పంజాబుమైదానాలలో విశేషహిమపతనం



పటము 14. జనవరిలో సరాసరి వత్తిడి, సరాసరి ఉష్ణోగ్రత, సరాసరి పవనదిశ.



పటము 15. ఏప్రిల్‌లో సరాసరి గాలివత్తిడి, సరాసరి ఉష్ణోగ్రత, సరాసరి పవనదిశ.

కలిగిస్తాయి. సాధారణంగా ఈ ఋతువులో వానలు ఇండియా వాయవ్యదిశలో అధికంగానూ, దక్షిణాన తూర్పున తక్కువగానూ కురుస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత తూర్పు దక్షిణ ప్రాంతాలకన్న వాయవ్యప్రాంతాన తక్కువగా ఉంటుంది.

శీతలవాతావరణానికి ప్రతీఅయిన జనవరినెలలో ఇండియాలో శీతాకాలపు సగటు పరిస్థితులు ఎల్లా ఉంటాయో 14 వ చిత్రపటంలో చూపబడింది.

2. వేసవికాలం : మార్చినుంచి మే వరకూ ఉత్తరహిందూదేశంలో అవిచ్ఛిన్నంగానూ, వేగంగానూ ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది, గాలివత్తిడి తగ్గుతుంది. ఈ నెలలో దక్షిణహిందూమహాసముద్రంలో ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. మార్చిలో దక్కను పీఠభూమిలో పగటివేళ అత్యున్నతోష్ణోగ్రత 38° సెంటీగ్రేడుమేర, గుజరాతు, మధ్యప్రదేశ్‌లలో ఏప్రిల్‌లో 38°—[illegible]° సెంటీగ్రేడుమేర ఉంటుంది. మే లో ఉత్తరహిందూదేశంలో ముఖ్యంగా వాయవ్యదిశలో ఉన్న [illegible]ప్రాంతంలో అత్యున్నతోష్ణోగ్రత 48° సెంటీగ్రేడుకు పైబడి ఉంటుంది; దుమ్ము తుఫానులు తరుచుగా వస్తూఉంటాయి. నా[illegible]తదేశంనుంచి ఛోటానాగపూరువరకూ అత్యల్పపీడనప్రదేశం విస్తరించి ఉంటుంది. దీనివల్ల పశ్చిమబెంగాల్‌తీరంలో దక్షిణపవనాలూ, బొంబాయితీరంలో వాయవ్యపవనాలూ వీచి, కుండపోతగా వాన పడగల్ల, ఉధృతమైన గాలులు కలుగుతాయి. పశ్చిమబెంగాలులో ఈ వాయవ్య పవనాలు (Nor'-westers) టార్నెడోలంత ఉద్ధృతంగా వీచి అపారనష్టాన్ని కలిగిస్తాయి.

ఈ ఋతువుకి ప్రతినిధిఅయిన ఏప్రిల్‌లో సగటు వాతావరణపరిస్థితి ఎల్లా ఉంటుందో 15 వ చిత్రపటంలో చూపబడింది.

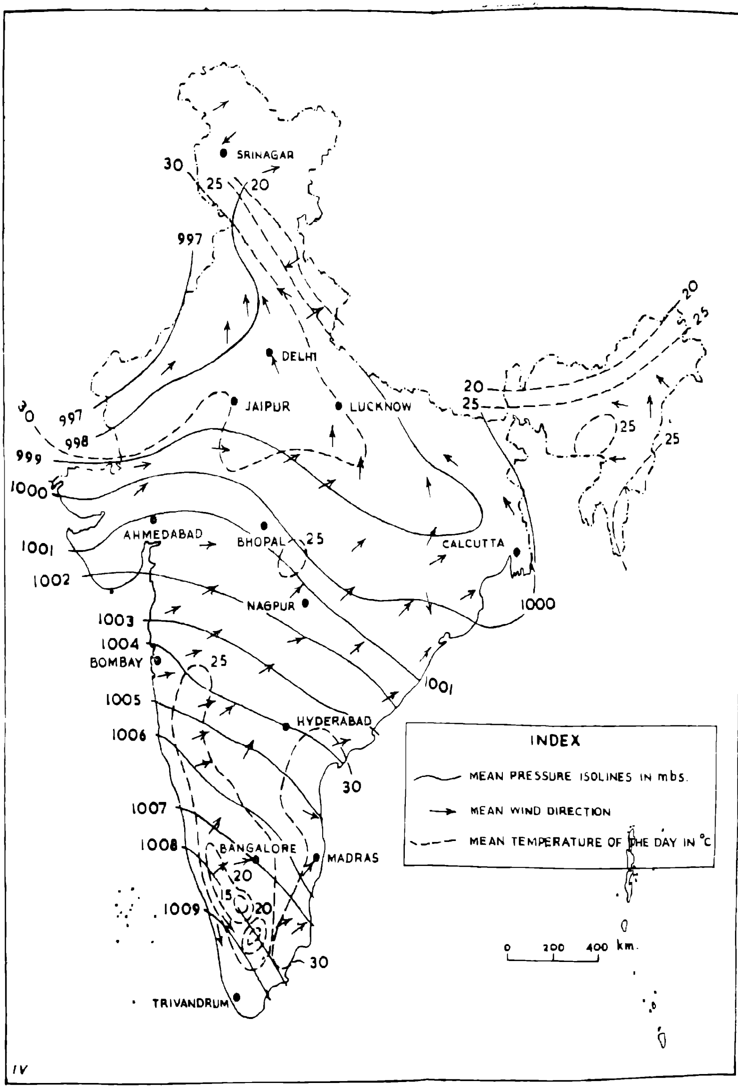
3. నైఋతి ఋతుపవనకాలము : మే మాసాంతంలో, పశ్చిమరాజస్థాన్‌నుండి పశ్చిమబెంగాలువరకూ అల్పపీడనప్రదేశం విస్తరించి ఉంటుంది. భూమధ్యరేఖకు దక్షిణంనుంచి ఉత్తరదిశగా ఆగ్నేయవ్యాపారపవనాలు బంగాళాఖాతంలోకీ, అరేబియాసముద్రంలోకీ వస్తాయి; భారతభూభాగంమీది వాయుపరిసంచరణంవల్ల ఇవి ప్రభావితములయి, భూభాగంమీదికి నైఋతిపవనములుగా మళ్ళింపబడుతాయి. వీటివల్ల చల్లని తేమకలిగిన నైఋతి ఋతుపవనములు ప్రభవిస్తాయి.

నైఋతి ఋతుపవనములు కేరళతీరప్రాంతంలో జూన్ మాసారంభంలో వర్షిస్తాయి. ఈ ఋతుపవనాలు క్రమంగా ఉత్తరాభిముఖంగా కదిలి జూన్ మాసాంతానికి భారతదేశం అంతటా విస్తరిస్తాయి. భారతదేశానికి జూన్, జూలైలు అతి ముఖ్యమైన మాసాలు. ఏమంటే ఈ రెండునెలలలోనూ పడిన వర్షపాతవితరణముల మీద వ్యవసాయం ముఖ్యంగా ఆధారపడి ఉంటుంది.

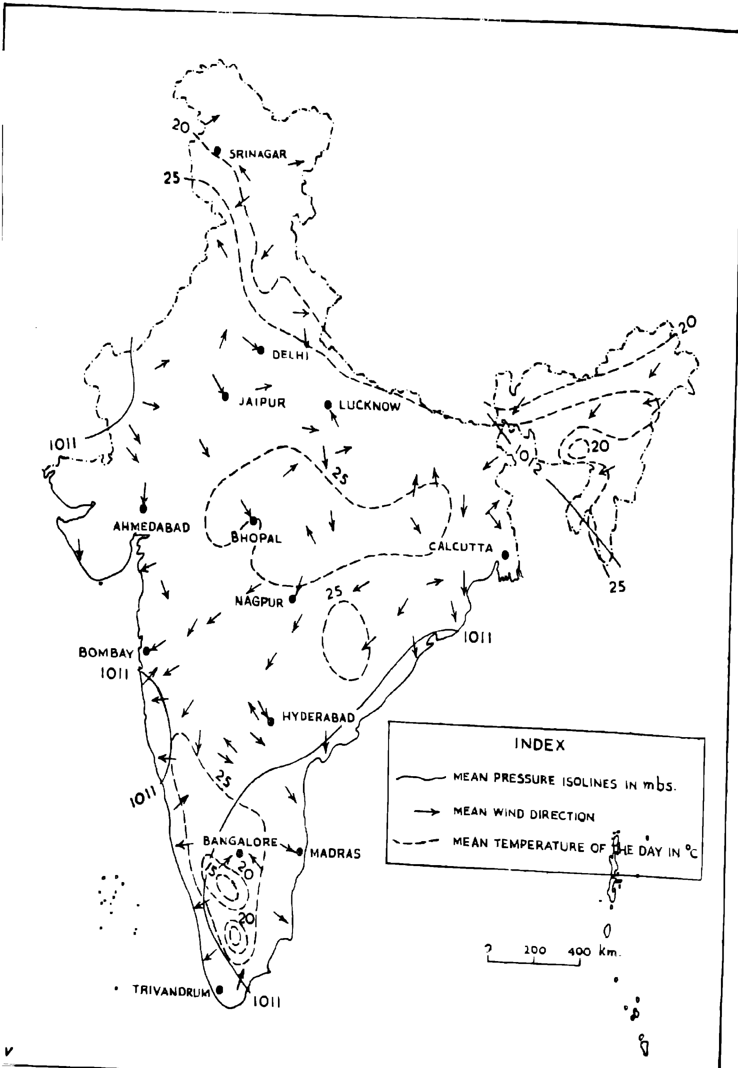
బంగాళాఖాతంనుండి ఉత్తరంగా బర్మావైపు కదిలిపోయే ఈ ఋతుపవనాలలో కొంతభాగం అరకాన్‌కొండలవల్ల పశ్చిమంగా గంగామైదానంవైపుకి మళ్ళింపబడతాయి; కనుకనే ఇక్కడ ఋతుపవనాలు నైఋతిదిశనుంచికన్నా దక్షిణంనుంచి, ఆగ్నేయంనుంచి అధికంగా వీసాయి. బెంగాలులోని డెల్టాతీరాన్ని దాటినతరువాత, ఋతుపవనాలు అస్సాము, చిట్టగాంగు కొండలమీదికి తరుమబడి, ఆ ప్రాంతంలో విశేషంగా వర్షిసాయి. ఋతుపవనప్రవాహంలో కొంతభాగం పశ్చిమానికి హిమాలయశ్రేణివల్ల మళ్ళింపబడడంవల్ల, తత్పర్వత అధోసానువులవద్ద సిక్కిమ్ నుండి కాశ్మీరందాకా ఈ ఋతువులో కుండపోతగా వర్షాలు కురుస్తాయి.

అరేబియాసముద్రాగతమైన నైఋతి ఋతుపవనములు పడమటికనుమలచే అడ్డగింపబడడంవల్ల, ఈ కనుమలకు పశ్చిమాన తీరప్రాంతంలో విశేషంగా వర్షం కురుస్తుంది. కనుమలను దాటినతరువాత ఋతుపవనములు దక్కనుపీఠభూమి మధ్యప్రదేశ్‌లమీదుగా సాగి, బంగాళాఖాతంమీదనుంచివచ్చిన ఋతుపవనప్రవాహాలతో కలుస్తాయి. అరేబియాసముద్రంతాలూకు మరొక ఋతుపవనశాఖ సౌరాష్ట్ర, కచ్ తీరములనుదాటి రాజస్థాన్‌లోని అల్పఅలకప్రాంతాలమీదుగా జారి ఆరావళీ పర్వతాలను చేరుకుంటాయి. తూర్పుపంజాబును చేరుకున్నాక ఈ పవనములు బంగాళాఖాతంమీదుగావచ్చి, పశ్చిమానికి మళ్ళింపబడ్డ పవనప్రవాహాలతో కలిసి, పశ్చిమహిమాలయప్రాంతంలోనూ, తూర్పుపంజాబులోనూ, తూర్పురాజస్థాన్ లోనూ సుమారుగా వర్షిస్తాయి.

సాధారణంగా, నైఋతి ఋతుపవనములశక్తి, దానితాలూకు వర్షపాతమూ జూన్‌నుంచి జూలైవరకూ పెరిగి, ఆగస్టులో ఇంచుమించు స్థిరంగా ఉంటుంది. సెప్టెంబరు రెండవవారంలో ఋతుపవనములు ఉత్తరహిందూదేశంనుంచి తిరోగమిస్తాయి.



పటము 16. జూలైలో సరాసరి గాలివత్తిడి, సరాసరి ఉష్ణోగ్రత, సరాసరి పవనదిశ.



పటము 17. అక్టోబరులో సరాసరి గాలివత్తిడి, సరాసరి ఉష్ణోగ్రత, సరాసరి పవనదిశ.

జూలైలో సగటు వాతావరణపరిస్థితులను వివరించే 16 వ చిత్రపటములో నైఋతి ఋతుపవన తొలిలక్షణములు చూపబడ్డాయి.

4. *తిరోగమన నైఋతి ఋతుపవనకాలం :* శీతాకాలపు పొడివాతావరణం ఏర్పడడానికి అనువైన సంధికాలం అక్టోబరు, నవంబరు మాసాలు. ఈ కాలంలో ఉత్తర హిందూదేశంలో పొడివాతావరణం ఉంటుంది; కాని, మద్రాసురాష్ట్రపు తీరప్రాంతాలలోనూ, ద్వీపకల్పపు ప్రాగర్ధభాగంలోనూ *ఈశాన్యఋతుపవనములు* అనే పేరిట సాధారణంగా వర్షాలు పడతాయి. చక్రవాతపు తుఫానులు తరుచుగా బంగాళాఖాతంలో ఏర్పడి, ద్వీపకల్పపు తూర్పుతీరంవైపుగా సాధారణంగా ప్రయాణం చేస్తాయి.

అక్టోబరునెలలో సాధారణంగా కనబడే వాతావరణపరిస్థితులు 17 వ చిత్రపటంలో చూపబడ్డాయి.

ఇరువదొకటవ ప్రకరణము

శీతోష్ణస్థితి ననుసరించి వృక్షసంపద

వృక్షసంపద రకాలు

ఒకప్రాంతంలోని 'వృక్షసంపద' అనగానే, చెట్లు, మొక్కలు, గడ్డికూడా చేరి ఆ ప్రదేశానికి ఒకప్రత్యేకధర్మాన్ని రూపొందిస్తాయి. అడవులు, పచ్చికబీళ్లు, ఎడారులువంటి వృక్ష ఆవరణములనుబట్టి వృక్షసంపద నిర్ణీతమవుతుంది. ఈ రక రకాల వృక్షసంపదలు గీతగీసినట్లు వేరువేరుగా ఉండక, ఒకదానితో ఒకటి కలిసి పోతూ విడదీయరానివిగా ఉంటాయి. ఒకరకంనుంచి మరోరకానికి జరిగే క్రమ పరిణామం ముఖ్యంగా సంవత్సరంమీద సరాసరి వర్షపాతవితరణములనుబట్టి ఉంటుంది. వృక్షసంపద ఉష్ణోగ్రతనుబట్టికూడా మారుతుంది. నేలనుకూడా పర్యాలోచనలోకి తీసుకోవలసిన విషయమే.

వాతావరణస్థితికీ, వృక్షసంపదకూగల సంబంధం చాలా ముఖ్యమైనది. పెరుగుదలకు కావలసిన ఉష్ణోగ్రత నిర్ణీతమయ్యాక, వృక్షాభివృద్ధికి ముఖ్యమైనది వర్షపాతమే. వర్షపాతం అధికంగాలేని ప్రదేశాలలో, బెట్టకాలము ఎంత దీర్ఘంగా ఉంటుందన్న విషయంమీద ముఖ్యంగా వనసంపద ఆధారపడి ఉంటుంది. బెట్ట ఋతువు దీర్ఘాకృతమైనకొద్దీ పెద్దచెట్లుగల అడవులు తరిగి చిట్టడవులు, పచ్చికబీళ్లు, ఎడారులు ఏర్పడుతాయి.

వివిధవృక్షజాతుల వితరణము శీతోష్ణస్థితిమండలములమీద ఆధారపడిఉంటుంది. గిరిపాదంనుంచి శిఖరంవైపుకి పోతూఉంటే శీతోష్ణస్థితిభేదములవల్ల వృక్షజాతులలో భేదాలు కనబడతాయి. కనుక కొండపైకి వెళ్ళినకొద్దీ కనబడే వృక్షవిభేదాలు భూమధ్యరేఖనుంచి ధ్రువములవైపు పోయినపుడు కనబడే వృక్షవిభేదాలను గుర్తుకు తెస్తాయి.

అడవులలో ముఖ్యంగా కలపనిచ్చే చెట్లు అధికంగా ఉంటాయి. అడవిలో చెట్లు బహుదగ్గరగాఉండి వాటికొనలు ఒకదానికొకటి ఒరుసుకుంటూ ఉంటాయి.

ఎత్తైనవులలో పొడుగుపాటిచెట్లకుమధ్య పొదలు పెరిగిఉంటాయి. పెద్దపెద్ద చెట్లు తక్కువగానూ, చెదురుమదురుగా తక్కువజాతిచెట్లతోనూ, పొదలతోనూ, గడ్డి తోనూ కలిసిఉండే ప్రదేశాన్ని *స్క్రబ్ (scrub)* అంటారు. *ఆకులురాల్చే వృక్షములు (deciduous)*, *సదాహరితవృక్షములు (evergreen)* అని వృక్షములను రెండురకాలుగా విభజించవచ్చు. వర్షపాతీవృక్షముల ఆకులు కొన్నిఋతువులలో రాలిపోతాయి. సదాహరితవృక్షముల ఆకులు క్రమేణా రాలిపోతూ ఉంటాయి గానీ అన్నీ ఒకేసారి రాలిపోవు. ఆకుల ఆకారాన్నిబట్టికూడా వృక్షములను విభజించ వచ్చు. కొన్నిచెట్లకు సూదుల్లాంటి ఆకులు ఉంటాయి. వెడల్పాటి ఆకులుగల చెట్లనన్నిటినీ వర్షపాతీవృక్షములుగా పరిగణించడానికిలేదు. వెడల్పాటి ఆకులుగల చెట్లలో ఎక్కువభాగము సదాహరితములు. ముక్కోణాకారపు ఆకారంలోఉండే చెట్లఆకులు సూదుల ఆకారంలో ఉంటాయి.

ముఖ్య అటవీమండలములు

సమశీతోష్ణ అరణ్యాలు : అత్యధికోష్ణతగలమాసంలో 10° సెంటిగ్రేడు సమతాప రేఖకు సంబంధించిన క్షేత్రంలో (వర్షపాతం తగినంతగా ఉండేచోట) ఇంచుమించు అంతటా అరణ్యాలు విస్తరించి ఉన్నాయి. సమశీతోష్ణమండలంలోని వెచ్చని ప్రదేశాలలో చెట్లకు వెడల్పైన ఆకులుంటాయి. ఎండతగులుతూఉన్నప్పుడు స్వేచ్ఛగా ప్రచాలనం (transpiration) చేయగలవు ఈ ఆకులు. అటువంటి చెట్లు శీతాకాలంలో బయటికిపోయే నీటిని తగ్గించడానికి ఆకులను రాలుస్తాయి. వీటిని వర్షపాతులు అంటారు. ఎల్మ్, అత్తి, ఓక్ వృక్షాలు వీటికి ఉదాహరణలు. సమశీతోష్ణమండలంలో చల్లనిప్రదేశాలలో మరుద్భిదీయ (xerophytic) వృక్షాలు పెరుగుతాయి. శంఖుఆకారపు వృక్షాలు ఈ జాతివి. వీటి ఆకులు ప్రచాలనం తగ్గించడానికి అనువుగా ఉంటాయి. కనుక వీటిఆకులు శీతాకాలంలోకూడా రాలి పోవు. వెడల్పాటి ఆకులుగల చెట్లు పెరుగలేని ఎత్తైనచోట్లకూడా ఇవి పెరుగ గలవు. పైన్, ఫిర్, సెదార్, సైప్రస్, జూనిపెర్, స్ప్రూస్ మొదలైనవి శంఖాకారవృక్షాలకు ఉదాహరణలు. వీటిఆకులు సుమారుగా సూదులఆకారంలో, మెతువుగా ఉంటాయి. శంఖాకారవృక్షాలు శీతలమైన సమశీతోష్ణమండలంలో బాగా పెరుగుతాయి. ఉత్తరఅక్షాంశాలలో అత్యల్పఉష్ణోగ్రతలవరకూ ఇవి పెరుగుతాయి.

గట్టిదారువుగలిగిన వర్షపాతీవృక్షాలక్రింద చిన్నచిన్న పొదలు పెరుగుతాయి. కానీ, శంఖాకారవృక్షాలక్రింద ఇంచుమించు ఏమీ పెరుగవు. శంఖాకారవృక్షాలు హిమాలయాలలో అధికంగానే కానవస్తాయి

ఉష్ణమండలారణ్యాలు : భూమధ్యరేఖామండలంలో అవిచ్ఛిన్నంగా అధికోష్ణోగ్రత, విశేషవర్షపాతము ఉండడంచేత పల్లపుభూములలోను, లోయలలోనూ దట్టమైన అరణ్యాలుంటాయి. నియమితంగా తగినంత నీరు వేళ్ళకు అందుతూ ఉండడంచేత పెరుగుదల నిరాటంకంగా ఉంటుంది. కనుక ఇక్కడి వృక్షాలు *బహువార్షికములు (perennial)* గా ఉంటాయి. అంటే అవి ఒక ఏడాదికంటే ఎక్కువసంవత్సరాలు బ్రతికి పెరుగుతాయి. బహువార్షికములలో పెద్దచెట్లు ముఖ్యమైనవి. కనుక, నీరు పుష్కలంగా లభించే ఉష్ణమండలంలోనూ, సమశీతోష్ణ మండలాలలోనూ అరణ్యాలు అధికం. కేరళరాష్ట్రంలోని కొన్నిభాగాలు ఈ లక్షణాలను ప్రదర్శిస్తాయి. ఆర్థికంగా లాభదాయకములైన వృక్షములలో రబ్బరు, దారువుకు ప్రసిద్ధమైన ఎబొనీ, మహోగనీ, రోజ్‌వుడ్‌వృక్షాలు ముఖ్యమైనవి. అల్లుకుపోయే తీగలు (వీటిని వియానాలు లేక మహాలతలు అంటారు) ఈ అరణ్యాలలో అధికం. తాటివంటివృక్షాలు (palms), అరటిచెట్లు, వెదురు పొదలు, ఆర్కిడులు, సైకాడులు, స్క్రూపైనులు మొదలైనవి పెరగడానికి ఈ శీతోష్ణస్థితి అనువుగాఉంటుంది. సుగంధద్రవ్యాలనిచ్చే చెట్లు అంటే జాజికాయ, లవంగాలు, దాల్చినచెక్క మొదలైనవి ఇక్కడ ప్రత్యేకంగా పెంచబడుతాయి.

సవానాలు : పొదలగడ్డి కల అడవి ఉష్ణమండలారణ్యాలకూ, వ్యాపారపవనక్షేత్రాలలోని బెట్టగానుండే ఎడారులకూ మధ్యస్థంగా తక్కువ వర్షపాతమూ, క్రమఆనువర్తితమైన (regularly recurring) బెట్టఋతువులుఉండే ప్రదేశాలు ఉన్నాయి. అట్టి ప్రదేశాలలో చెట్లు చెదురుమదురుగా ఉంటాయి. వాటిస్థానే *ఏకవార్షికములు (annuals)* అయిన శాఖీయపాదపములు (herbaceous plants) పెరుగుతాయి. ముఖ్యంగా, పాదపములు వర్షాకాలంలోమాత్రమే చురుకుగా పెరిగి, వానాకాలం పూర్తిఅయేసరికి బెట్టఋతువుకి తట్టుకోగల గింజలనుగాని, దుంపలను (tubers) గానీ, కందికలను (bulbs) గానీ ఉత్పత్తిచేస్తాయి. ఆ మొక్కలు చచ్చిపోతాయి కాని, వాటివిత్తనాలు, కందికలు మొదలైనవి బ్రతికేఉండి, తడి తగిలినప్పుడు

మొలకెత్తుతాయి. శాఖీయపాదపములలో *గడ్డిజాతులు (grasses)* విజయవంతంగా పెరుగుతాయి. ఈ రకమైన శీతోష్ణస్థితిగల ప్రదేశాలలో ఈ గడ్డిజాతులు అధికంగా పెరుగుతాయి. బెట్టఅరణ్యాలలోనూ, చిట్టడవులలోనూ గడ్డిజాతులు అధికంగా పెరుగుతాయి. సవానాలు అనబడే ప్రదేశాలలో ఇవి ఎక్కువభాగం ఆక్రమించి ఉంటాయి. 'సవానా' అనే మాటకు అసలు అర్థం వృక్షవిహీనమైన మైదానము అని.

పచ్చికబీళ్లు : పచ్చికబీళ్లలో బహువార్షికగడ్డిజాతులు నేలఅంతటా ఇంచుమించు అవిచ్ఛిన్నంగా విస్తరించిఉంటాయి. రష్యాలోని స్టెప్పీలు, అమెరికాలోని *ప్రయారీలు* ఇటువంటివే. వేసవికాలంలో నిర్జలత్వం అరుదుగాఉండే ఖండమధ్య భాగంలో ఈ పచ్చికబీళ్లు అధికంగా అభివృద్ధి చెందుతాయి.

భారతీయ ద్వీపకల్పంలోని కొన్నిభాగాలలో శీతోష్ణస్థితి పచ్చికబీళ్లు పెరగడానికి అనువుగాఉంది. వర్షపాతం అధికంగానూ, శీతాకాలంలో చలి తక్కువగాఉండే సాత్పురాజిల్లాలలోనూ, నీలగిరికొండలలోనూ, పశ్చిమదక్కనులోనూ, షిల్లాంగు పీఠభూమిలోనూ *మంచి పచ్చికబీళ్లు* ఉన్నాయి.

తినడానికి పనికివచ్చే గింజలనుయిచ్చే గడ్డిజాతులను '*తృణధాన్యపు (cereals)* మొక్కలు' అంటారు. ఇంతటి ముఖ్యమైన ఆహారధాన్యాలు ఈ పచ్చికబీళ్ళల్లోనే ఉత్పత్తిఅవుతుంది. గోధుమకన్న వరికి అధికోష్ణోగ్రత, ఆర్ద్రిత కావాలి. కనుక, ఇండియాలో వరి ముఖ్యంగా గంగ, గోదావరి, కృష్ణ, కావేరివంటి నదుల డెల్టా భూములలో పండించబడుతున్నది. దక్కనులోని బెట్టప్రదేశాలలో ముఖ్యంగా జొన్నలులాంటివి పండుతాయి. మిగిలిన పరిస్థితులన్నీ అనుకూలంగా ఉంటే గోధుమపండే మండలము ముఖ్యంగా 40°—52° అక్షాంశములమధ్యన ఉన్నది. అయితే మండలానికి ఉత్తరాన, దక్షిణానకూడా గోధుమపంట పండించకుండా పోవడంలేదు. బార్లీ ఇంతకన్న విశాలమైన మండలంలో - ధ్రువములవైపూ, భూమధ్యరేఖవైపూకూడా - పండుతుంది. గోధుమలుపండే మండలానికి ఉత్తరాన ఓట్సు పండుతాయి, దక్షిణాన మొక్కజొన్నలు పండుతాయి.

సమశీతోష్ణ, శీతలమండలాలలో అరణ్యప్రాంతాలకు అనువాతదిశలో పచ్చికబీళ్లు పెరిగినట్లే, ఈ పచ్చికబీళ్లకు భూఖండపుదిశలో చుట్టుపక్కల ఉన్నతభూమి

సముద్రానికి దూరంగా ఉండిన కారణంచేత వీచే పవనాలను శోషించడంచేత ఎడారులు ఏర్పడ్డాయి.

ఎడారి వనసంపద : ఎడారిపరిస్థితులలో ఆర్ద్రత స్వల్పంగా ఉండడంచేత నేల అంతటా పాదప పరివృతమై ఉండదు. కొన్ని ఎడారులలో తేమ స్వల్పాతిస్వల్పం కావడంచేత మొక్కల పెరుగుదల ఇంచుమించు ఏమీలేకుండా ఉన్నది. కొన్ని ఎడారులుమాత్రం తత్ప్రాంతానికి విశిష్టమైన పాదపములను కలిగిఉన్నాయి. అసలే నీరులేని ఎడారులు చాలాతక్కువ. పటములలో ఎడారులుగా చూపబడిన ప్రదేశాలలో చాలాభాగం వనసంపదదృష్ట్యా ఉపఎడారులు మాత్రమే. ఈ ప్రాంతపు వనసంపద లక్షణం ఏమిటంటే అక్కడక్కడా చెదురుమదురుగా మొక్కలు కానరావడం.

వ్యాపారపవనక్షేత్రంలోఉన్న భూమిలో సగంపైగా ఎడారులే. అక్కడ పెరిగే కొద్దిపాటి మొక్కలూ *మరుద్భిదికములు.* అంటే అనావృష్టిపరిస్థితులకు తగినట్లుగా ప్రవాలనం సాధ్యమైనంత తక్కువ ఉండేటట్లుగా ఆకులు కండకలిగి, తోళ్ళలాగా నూగుకలిగి, మైనపుపూతకలిగే సూదుల్లాగా చిన్నవిగానూ, అసలే లేకుండానూ ఉంటాయి. ఎడారుల పొలిమేరలలో వర్షపాతం కాస్త మెరుగ్గాఉండేచోట కసింద వంటి ముళ్ళమొక్కలు ఎక్కువ. ఒయాసిస్సులదగ్గరా, నదీతీరములదగ్గరా ఖర్జూరవృక్షాలు పెరుగుతాయి.

పంజాబు, రాజస్థాన్‌లలోని అల్పజలప్రాంతాలను థార్ఎడారి అంటారు; కాని ఈ ప్రాంతపు ఉపరితలను, వనసంపదను తరిచిమాస్తే ఈ ప్రాంతం సామాన్యార్థంలో ఎడారికాదు అని తెలుస్తుంది. దీని తూర్పుభాగంలో తేమ కాస్త అధికంగానూ, ఇసుక తక్కువగానూ, స్టెప్పీలవంటి వనసంపదను కలిగిఉంటుంది.

భారతీయ వనసంపద

ఈ ప్రకరణంలో ఇంతకుముందు వేరువేరు శీతోష్ణస్థితులుగల ప్రాంతాలను గురించి చెప్తూ, ఆ యా పరిస్థితులలో ఇండియాలో పెరిగే వృక్షసంపదనుగురించి అక్కడక్కడ ప్రస్తావించాం. ఇప్పుడు ఇండియాలోని ముఖ్యమైన వనసంపదగల ప్రాంతాలు క్లుప్తంగా వర్ణింపబడుతాయి.

ఇండియా 8°4′ ఉత్తరఅక్షాంశానికీ 37°6′ ఉత్తరఅక్షాంశానికీ మధ్యఉండడం చేత అక్షాంశకవిస్తరణ (latitudinal spread) తగినంతగా ఉంది. కనుక ఉష్ణోగ్రతాపరిస్థితులలోకూడా అధికమైన విభేదాలు ఉన్నాయి. ఔన్నత్యంలోకూడా విభేదాలు అధికంగానే ఉన్నాయి. సముద్రమట్టంనుంచి ప్రపంచంలో అత్యున్నతమైన పర్వతాలవరకూ వివిధఔన్నత్యాలు ఉన్నాయి. కనుక సముద్రతీరప్రాంతాలకీ పర్వతాగ్రాలకీ మధ్య ఇండియాలో ఉష్ణమండల శీతోష్ణస్థితినుంచి ఆర్కిటిక్ శీతోష్ణస్థితివరకూ అన్నిరకాల పరిస్థితులూ కనిపిస్తాయి. మైదానాలలో అవిచ్ఛిన్నంగా వనసంపద అభివృద్ధిఅవుతూఉంటే నిరంతర హిమపరిచ్ఛిన్నమైన హిమాలయపర్వతాగ్రాలమీద అసలు ఏ మొక్కలూ పెరుగకుండా ఉన్నాయి. వర్షపాతమూ, ఆర్ద్రతా రాజస్థాన్ ఎడారిలో అత్యంతస్వల్పమైఉండగా అస్సాం కొండలలో అత్యధికంగా ఉన్నాయి. అస్సాములోని చిరపుంజి 1080 సెం. మీ. సాలువర్షపాతంకలిగి ప్రపంచంలోకెల్లా అత్యధికార్ద్రతగల ప్రదేశంగా పేరొందింది.

సాపేక్ష్యంగా అల్పవర్షపాత ఆర్ద్రతలదృష్ట్యా దక్కను, సింధుమైదానము, పడమటిహిమాలయములకీ మలబారు, దిగువ గంగామైదానము అస్సాము, తూర్పు హిమాలయాలకీ భేదం ఉంది. హిమాలయములలో వనసంపదాలక్షణములను నిర్ణయించే ముఖ్యాంశం 'ఔన్నత్యం' లేదా 'ఎత్తు'.

మలబారు ప్రాంతం: ఈ ప్రాంతం అత్యధిక ఆర్ద్రతకలిగిన (వర్షపాతం 200 సెం. మీ. కన్న అధికం) పర్వతప్రదేశం. భారతీయ ద్వీపకల్పానికి పడమటితీరానికి సమాంతరంగా విస్తరించిఉంది. ఒక్క ఉత్తరానతప్ప పడమటికనుమలు చాలాచోట్ల చదునైనతీరంనుంచి ఒక్కసారిగా పైకిలేస్తాయి. వీటి పడమటి చరియలు సదాహరితసాంద్రారణ్యాలతో కప్పబడిఉంటాయి. అనేకరకాల తాళ వృక్షాలు ఉన్నాయి. వాణిజ్యసస్యములలో ముఖ్యమైనవి పోక, కొబ్బరి, తాడి, మిరియం, కాఫీ, టీలు. రబ్బరు, జీడిమామిడి, యూకలిప్టస్‌లను అనువైన ప్రదేశాలలో విజయవంతంగా పండిస్తున్నారు. (అధికార్ద్రతాప్రదేశాలలో రబ్బరు, తీరంవెంబడిని జీడిమామిడి, నీలగిరి తదితర పర్వతాలలో యూకలిప్టసు). మలబారు ఆర్థికవ్యవస్థలో కొబ్బరి ముఖ్యపాత్ర వహిస్తుంది. ఈ చెట్లు తీరప్రాంతపు లాగూనులవద్ద, కాలువలవద్ద విరివిగా పెరుగుతాయి.

అస్సాము ప్రాంతము : ఈ ప్రాంతంలో చాలాచోట్ల వర్షపాతం 200 సెం. మీ. దాటుతుంది. వనసంపద బహుసమృద్ధిగా ఉంటుంది. టీ, ఇతరసస్యాలు పెంచ బడని లోయలలో సవానారకపు తృణాలుగాని, సదాహరితసాంద్రారణ్యాలుగాని ఉంటాయి.

అస్సాముప్రాంతపు పర్వతారణ్యాలు - ఒక్క అల్పైనుమండలం లేకపోవడం మినహాగా - తూర్పుహిమాలయప్రాంతారణ్యాలను పోలిఉంటాయి. ఈ పర్వతారణ్యాలను స్థూలంగా మూడురకాలుగా విభజించవచ్చును. సదాహరితములు, వెడల్పాటి ఆకులుగల అడవులు, పైన్ వృక్షారణ్యాలు, అస్సాములోని పర్వతాగ్రములయందు నీలగిరిలోలాగే పచ్చికబీళ్లు, పొదలు, వృక్షాలు (నీలగిరి జాతివే) ఉంటాయి.

తూర్పు హిమాలయ ప్రాంతము : సిక్కిమ్‌కి తూర్పుగా విస్తరించిఉన్న ఈ ప్రాంతం హిమాలయప్రాంతం అంతటిలోనూ ఆర్ద్రితమమైనది. ఈ ప్రాంతంలో డార్జిలింగు, కర్సియాంగ్, తదితరపట్టణాలు ఉన్నాయి. పశ్చిమహిమాలయాలలో చాలాభాగాలకన్న ఈ తూర్పుహిమాలయములు ఔన్నత్యములో తక్కువగా ఉండి, సాపేక్ష్యంగా ఇక్కడ వెచ్చగాఉండి, కలపదారికేరేఖ, అల్పైన్‌ఫ్లోరా, హిమరేఖలు పశ్చిమ హిమాలయాలలోకన్న ఎక్కువ ఎత్తులో ఉంటాయి.

తూర్పుహిమాలయాలలో సమశీతోష్ణమండలం 1500 మీ. నుంచి 3650 మీ. ఎత్తువరకూ ఉంటుంది. ఈ మండలపు అధోభాగంలో 2750 మీ. క్రింద ఓక్, లారెల్, మాపుల్, అల్డర్, బిర్చి మొదలైన వెడల్పుఆకులచెట్లు విరివిగా ఉంటాయి. శంఖుఆకారవృక్షాలు తరుచుగా 2750 మీ. కన్న ఎత్తున పెరుగుతాయి.

రొడోడెండ్రాన్, డ్వార్ఫ్‌విల్లో అనే వృక్షాలుకూడా ఈ ప్రాంతంలో ఎన్న దగ్గవే. కొన్నిచోట్ల వెదురు బహుదట్టంగా పెరుగుతుంది. పేము, వినకర్రతాడి అనే రెండురకాల తాళజాతులు ఇక్కడ పెరుగుతాయి.

అల్పైన్‌మండలం 3650 మీ. నుంచి 4900 మీ. వరకూ విస్తరించిఉంది. అనేకరకాల రొడోడెండ్రానులు ఇక్కడ ఉన్నాయి. ఉపరిసమశీతోష్ణమండలతాలూకు జూనిపెర్‌వృక్షాలుకూడా ఈ మండలంలో చాలా ఎత్తుదాకా ఉంటాయి.

పశ్చిమ హిమాలయ ప్రాంతం: ఈ ప్రాంతంలో ఉపహిమాలయపథమూ, కుమావ్‌నుంచి కాశ్మీరంవరకూ హిమాలయశ్రేణి ఉన్నాయి. సామాన్యంగా తూర్పుహిమాలయాలకన్న పశ్చిమహిమాలయాలు శీతలతరంగానూ, ఆర్ద్రిరహితంగానూ ఉంటాయి. వర్షపాతం 100 నుంచి 200 సెం. మీ. మధ్య మారుతూ ఉంటుంది. లోపలి లోయలు, వాయవ్యభాగములు, శుష్కవాతావరణాన్ని కలిగి ఉంటాయి. నైనితాల్, ముస్సోరీ, సిమ్లా, కాశ్మీరములు ఈ ప్రాంతంలో ఉన్నాయి.

ఉప పర్వతమండలం (sub-montane zone), దిగువకొండలు 1500 మీ. వరకూ ఈ ప్రాంతపు తూర్పుభాగంలో ఇంచుమించు అవిచ్ఛిన్నమైన సాల్ వృక్షారణ్యాలను కలిగిఉన్నాయి. ఈ ప్రాంతపు పశ్చిమభాగంలో అడవులు శుష్కతరంగానూ, మొక్కలు మరుద్భిదికములుగానూ ఉంటాయి. తూర్పుహిమాలయాలలో అనేక తాళవృక్షజాతులు ఉండగా ఈ ప్రాంతంలో 5 రకాల తాళజాతులు మాత్రమే ఉన్నాయి.

1500 మీ. నుంచి 3650 మీ. వరకూ విస్తరించిన సమశీతోష్ణమండలంలో శంఖాకారవృక్షములూ, సమశీతోష్ణమండలంతాలూకు వెడల్పుఆకులచెట్ల అరణ్యాలు ఉన్నాయి. ఇతర శంఖాకారవృక్షాలలో లిహ్మె (yew) వృక్షాలు కొన్నిచోట్ల అధికం. కొన్నిచోట్ల సైప్రస్‌వృక్షాలు, తినదగ్గ పైన్‌వృక్షాలు పొడిలోయలలో కనిపిస్తాయి. ఓక్, మాపుల్, హార్స్ ఛెస్ట్‌నట్, పోప్లర్, ఎల్మ్, బిర్చివృక్షాలున్నూ ఉన్నాయి.

సమశీతోష్ణమండలంపైన 4600 మీ. వరకూ ఆల్పైన్‌మండలం ఉంది. ఈ ప్రాంతంలో సిల్వర్ ఫిర్, సిల్వర్ బిర్చి, జూనిపెర్‌వృక్షాలు ఉన్నాయి.

ఇరువదిరెండవ ప్రకరణము

నేలకోత - తత్ఫలితములు

భూఅపరదనము (నేలకోత)

భూఅపరదనం అనేది అనేకయుగాలుగా జరుగుతున్న ప్రకృతిసహజమైన ప్రక్రియ. సృష్టిలో ఒకరకమైన సంతులనం (balance) ఉన్నది. తత్ఫలితంగా శిలా మాతృకనుంచి మట్టి ఏర్పడింది. ప్రపంచమంతటా డెల్టాప్రాంతాలలోగల సారవంతమైన మట్టి ఇందుకు తార్కాణం. మానవుడు అర్థంపర్థంలేకుండా అడవులను కొట్టివేయడంవల్లనూ, వివేకరహితంగా పచ్చికబీళ్ళలో అధికంగా పశువులను మేపడంవల్లనూ, వంకరటింకర డ్రెయినేజిస్కీములవల్లనూ ప్రకృతి లోని ఈ సంతులనం దెబ్బతింటోంది. ఒకసారి సంతులనం సమసిపోయిందంటే అపరదనపురేటు పెరుగుతుంది. అధికీకృత భూఅపరదనమే కొన్నికొన్ని నాగరి కతలు రూపుమాసిపోవడానికి ప్రధానహేతువు అని చరిత్రను పరిశీలిస్తే ఎన్నో ఉదాహరణలు కనిపిస్తాయి.

భూమిని అస్తవ్యస్తంగా వాడుకుంటే భూఅపరదనం త్వరితమై గల్లీలు, రెవైనులు (Ravines—వాగులు, గోతులు) ఏర్పడుతాయి. ఒకప్రాంతంలో భూఅపరదనంవల్ల సారవంతమైన మట్టిపోగా, దారిద్ర్యమూ, క్షామమూ మిగులుతాయి.

పశ్చిమబెంగాల్, ఉత్తరప్రదేశ్, మధ్యప్రదేశ్, ఢిల్లీ, రాజస్థాన్, ఇంకా ఇండియాలో అనేకప్రాంతాల్లో భూఅపరదనంవల్ల దుస్థితులు కలిగేయి. పంజాబులో పశువులను అధికంగా మేపడంవలన గిరిసానువులలో పచ్చిగడ్డి మాయమైంది. ప్రకృతిసిద్ధంగా పెరిగే గడ్డి పూర్తిగా తొలగిపోవడంతో భూఅపరదనం త్వరిత మైంది. బంగాళాదుంపలను పండించడంకోసం చెల్లువిరవడమూ, వ్యవసాయార్థం అడవులను తెగనరకడమూవల్ల మద్రాసురాష్ట్రంలోని నీలగిరికొండలు భూఅపర దనం జరిగి బాగా దెబ్బతిన్నాయి. మైసూరురాష్ట్రంలోకూడా జరిగే ఈ మాదిరి

నష్టం తక్కువేమీకాదు; కలపకోసం అడవులను నరకడమూ, అతిగా పశువులను మేపడమూ అక్కడకూడా జరుగుతోంది.

ఉత్తరహిందూదేశంలో రెవైనులు అధికం. చంబల్ అభివృద్ధిపథకం సందర్భంలో విమానపర్యవేక్షణ జరుపగా, ఆ ప్రాంతంలో 4·5 మీ. నుంచి 6 మీ. లోతువరకూ గల (రెవైనులు) గండువాగులు, గోతులుగల ప్రదేశం 1,25,000 ఎకరాలుకూడ వుండవచ్చునని తేలింది. మధ్యప్రదేశ్‌లో చంబల్, కాల్‌సింద్, వాటి ఉపనదులు విస్తరించిన ప్రదేశంలో ఈ రెవైనులు బహుళంగా ఉన్నాయి. ఈ వాగులవల్లనూ, గండువాగులవల్లనూ సుమారు 15 లక్షల ఎకరాల భూమి నిరుపయోగమైనట్లు తెలుస్తోంది. వీటిలో 6 లక్షల ఎకరాలు గ్వాలియరు, మొరేను, భింద్ అనే మూడుజిల్లాలలో ఉన్నాయి. ఉత్తర్‌ప్రదేశ్‌లో గంగా సింధు జలోఢము యమున, చంబల్, గోమతి, తదుపశాఖలవల్ల ఖండితమైంది.

మద్రాసురాష్ట్రంలో దక్షిణఆర్కాటు, ఉత్తరఆర్కాటు, కన్యాకుమారి, తిరుచ్చి, చెంగల్పట్టు, సేలం, కోయంబత్తూరుజిల్లాలలో రెవైనులు తరుచుగా కనిపిస్తాయి.

పశ్చిమబెంగాల్‌లో పురూలియాజిల్లాలో కంగ్సబతీనదీ ఉపరిస్రవణక్షేత్రంలో గల్లీలు, రెవైనులు అధికం.

భూఅపరదనప్రభావితమైన ప్రదేశం ఇండియాలో ఎంత ఉందో తెలిపే ఖచ్చితమైన లెక్కలు లేవు గానీ, అధమం లక్ష ఎకరాల ప్రదేశమైనా వ్యవసాయానికి పూర్తిగా నిరుపయోగం అయిపోయిందనీ, ఏటా ఇంకా ఎక్కువప్రదేశం సారహీనమవుతోందని తెలుస్తోంది. కనుక భూఅపరదనం అనేది దేశవ్యాప్తమైన పీడ. సక్రమమైన శాస్త్రీయవిధానాలద్వారా దీనిని అరికట్టడానికి ప్రయత్నం జరగాలి.

అపక్షయకారకముల ప్రభావంవల్ల మట్టి పార్శ్వదృశ్యము అడుగునుంచి పైకి ఈ క్రిందివిధంగా ముఖ్యమైన మూడు పొరలుగా కనిపిస్తుంది: 1. గట్టిరాయి, 2. రాతిముక్కలు కలిసిన అధోమృత్తిక (sub-soil), 3. ఇసుక, మట్టి, చిన్న చిన్న రాతిముక్కలు కలిసిన పైమట్టిపొర. ఈ పైపొరలోనే మొక్కల పెరుగుదలకు అవసరమైన అంగారకపదార్థాలూ, రసాయనద్రవ్యాలూ, సారములూ ఉంటాయి. మట్టి సరాసరిని 20—30 సెం. మీ. మందాన ఉంటుంది. ఇదే మొక్కలు పెరుగడానికి హేతుభూతమవుతోంది.

అపరదన ఫలితములు

ఒకప్రదేశంలోని వర్షపాత, ఉష్ణోగ్రతలకూ, అక్కడ పెరిగే వృక్షాచ్ఛాదనకీ, తద్వారా జరిగే మృత్తికాపరిరక్షణకీ మధ్య సంతులనం ఒకటి ప్రకృతిలో ఉంది. గడ్డి, పొదలు, చెట్లు, మృత్తికాపరివహనాన్ని అడ్డగిస్తాయి. ఈ సహజాచ్ఛాదనం కిందకూడా కొంత అపరదనం జరుగుతుంది కానీ, అది బహుస్వల్పంగా ఉండి, మామూలు అపక్షయప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడుతూఉండే కొత్తమట్టితో సరిసమానంగా ఉంటుంది. ఈ విధమైన అపరదనం చెప్పుకోదగ్గది ఏమీకాదు, ఏమంటే శిలావిచ్ఛేదనకూ, మృత్తికాజననానికీ మధ్య సంతులనం ఏర్పడి ఉంటుంది. ఈ సంతులనం విచ్ఛిన్నమైనప్పుడు అపరదనం త్వరితంగా జరుగుతుంది. ఈ త్వరమాణాపరదనం జరుగడానికి మానవుడే ముఖ్యమైన కారణం. అడవులు కొట్టడం, కొండవాలుల మీద వ్యవసాయంచేయడం, పశువులను అతిగా మేపడం, అస్తవ్యస్తమైన నీటి పారుదల పథకాలను అమలుజరుపడం, తగులబెట్టడంవల్ల ఆచ్ఛాదన తొలగించడం - మొదలైనవి భూఅపరదనం జరుగడానికీ, తద్వారా మంచిభూములు నాశనమై పోవడానికీ కారణాలు.

దట్టమైన వృక్షాచ్ఛాదనకలిగిన నేలమీద వానపడితే, స్వచ్ఛమైనజలం నెమ్మదిగా నేలలోకి ఇంకుతుంది; కాని అదేవాన ఆచ్ఛాదనరహితమైన నేలమీదపడితే, ఆ వేగానికి మట్టికణములు లేవనెత్తబడి నీటిలోకలిసి తేలి బురదనీరుగా నేలమీద ప్రవహిస్తుంది. జలఆయతనం పెరిగినకొద్దీ నీటివేగం పెరుగుతుంది. దానితో అపరదనశక్తిన్నీ పెరుగుతుంది. కనుక కుండపోతగా వర్షంకురిసినప్పుడు నిట్రపు వాలులలోని నిరాచ్ఛాదితమృత్తిక బురదనీరుగా క్రిందికి ప్రవహిస్తుంది.

ఈ విధమైన మృత్తికాఅనాచ్ఛాదనంవల్ల విపరీతమైన వరదలు కలుగుతాయి. బాటలకు, రైలువంతెనలకు, వ్యావసాయిక రహదారికాలువలకు, రిజర్వాయర్లకు, జలవిద్యుత్తు ప్రాజెక్టులకు, నీటిసరఫరా పంపింగుస్టేషనులకు ఈ వరదలవల్ల పెద్దదెబ్బ. అమెరికాలో జరిపిన పరిశోధనలవల్ల ఇటీవలికాలంలో ఈ దేశంలో అనేకప్రాంతాలలో వరదలు మరింత తరుచుగా, వేగంగా కలుగుతున్నాయని తేలింది. పశువులను అతిగా మేపడంవల్లనూ, అడవులను నరుకడంవల్లనూ జరిగే

వృక్షాచ్ఛాదనానిర్మూలనంవల్ల ప్రవాహవేగం అధికమై ఈ విధంగా జరుగుతోందని తెలిసింది.

ప్రవాహోదకం మోసుకుపోయే ఒండలిమట్టి వగైరాలతో నదులు దిబ్బలువేయగా వాటిలో నీటిపారుదలశక్తి తగ్గుతుంది. కనుక నీటిపారుదలకు అడ్డంకు లేర్పడ తాయి. ఒండ్రు, ఇసుక అతిగా మేటలువేయడంవల్ల నదిమట్టం పెరిగి, వ్యవసాయ భూములకు విపరీతనష్టం కలుగుతుంది. మద్రాసురాష్ట్రంలోని తిరుచినాపల్లి, తంజావూరుజిల్లాలలో కావేరీనదీతలం క్రమక్రమంగా పైకి పెరిగి పాతఇరిగేషను స్లూయిస్సులు (sluices) మురుగుకాల్వల ద్వారాలు ఇసుకవల్ల మూసుకు పోతున్నాయి.

భూఅపరదనంవల్ల చెరువులు పూడిపోవడంకూడా జరుగుతుంది. గురుత్వా కర్షణవల్ల మట్టి కిందికి జారుతుంది; క్రమంగా చెరువు పూడిపోతుంది. ఈ విధంగా దక్షిణహిందూదేశంలోని చాలా చెరువులు వేగంగా పూడిపోతున్నాయి. వర్షం పడ్డాక చెరువునీరు మడ్డిరంగుగా మారితే భూఅపరదనప్రక్రియవల్ల చెరువు పూడి పోతుందని గుర్తు. దీనిని గమనించి వెంటనే జాగ్రత్తలు తీసుకోవాలి.

నేలమీదపడ్డ వాననీరు కొంత మట్టివల్ల పీల్చబడి, భూమిలోకి ఇంకుతుంది. ఈ నీరు కిందికి దిగడంవల్ల నీటిమట్టముయొక్క ఎత్తు పెరుగుతుంది. వృక్షా చ్ఛాదనంవల్ల నీరు భూమిలోకి ఇంకడం అధికమవుతుంది. ఎండుటాకులు, పచ్చిక బీళ్ళలోని గడ్డి నీటిప్రవాహాన్ని అరికట్టి, భూమిలోనికి ఇంకడానికి దోహదం చేస్తాయి. గడ్డివల్ల నీరు భూమికి తగులుతూ చాలాకాలం ఉంచబడడంవల్ల ఆ నీరు భూమిలోనికి క్రమంగా ఇంకుతుంది. ఈ విధంగా ప్రవాహంతగ్గి, అవశోషణం పెరుగుతుంది. కనుక పంటలకు ఇది చాలా లాభదాయకం. పైగా నీటిమట్టమును పైకిపెంచడంవల్ల పంటలకవసరమైన నీరు అధికంగా లభ్యమవుతుంది.

అపరదనంవల్ల నష్టాలు మూడువిధాలు: (1) అమూల్యమైన వృక్షాహారం ద్రావణంరూపంలో కొట్టుకుపోతుంది. (2) మెత్తని ఒండలిమట్టి తొలగిపోతుంది. (3) కొన్నిసమయాలలో నేల కోతపడి కొట్టుకొనిపోతుంది.

అపరదనంలో రకాలు

గాలి, నీరు అతిచురుకైన అపరదనకారకములు ఎడారులలోనూ, అర్ధశుష్క ప్రదేశాలలోనూ పవనాపరదనం ముఖ్యమైనది. తేలికైన గరుముమట్టి ఇసుక బరువుగల నేలలకంటే పవనాపరదనంకి సులభంగా లోనవుతాయి.

వర్షపాతం బహుతక్కువగా (సాలుకి 125 మి. మీ. నుంచి 250 మి. మీ. వరకూ) ఉండే అల్పజలకప్రదేశాలలోనూ, నదీసరోసముద్రతీరాలలోనూ పవనాపరదనం (గాలికోత) చురుగ్గా సాగుతుంది. ఇసుక గాలిచేత స్థలచలనం పొందుతుంది. ఎడారులనుండి మోసుకుపోబడ్డ ఇసుక చుట్టుపక్కల వ్యావసాయిక భూములమీదపడి వాటి ఫలదతను దెబ్బతీస్తుంది.

ఇండియా వాయవ్యభాగంలో గుజరాత్, పంజాబ్, రాజస్థాన్‌లలోని కొన్ని భాగాలలో 1,05,000 చ. కి. మీ. ప్రాంతంలో విస్తరించిన అల్పజలకప్రదేశం తీవ్రమైన పవనాపరదనానికి గురి అవుతోంది. పశ్చిమంనుంచి తూర్పువైపుకి వెళ్ళిన కొద్దీ సారం పెరుగుతుంది. నిజమే కాని, ఈ ప్రాంతంఅంతా మొత్తంమీద ఇసుకమైదానమే. పర్వతాలమీద, శిలాపీఠభూములమీద మట్టిపొర బాగా పలుచగా ఉండి, పాదపరహితమై ఉండడంచేత, పైమట్టి గాలికి కొట్టుకుపోవడంగాని, నీటివల్ల తొలగింపబడడంగానీ జరుగుతుంది.

నీటివల్ల జరిగే అపరదనం (నీటికోత) అన్నిటికన్న తీవ్రంగా ఉంటుంది. ఇది భారతదేశంలో అన్నిచోట్లా జరుగుతుంది. జలాపరదనం నాలుగు రకాలుగా ఉంటుంది : (1) ఉపరితలాపరదనం లేక ఫలకాపరదనం, (2) ఫింగర్ గల్లీయింగ్ (అంగుళీఅవనాళనము), (3) గల్లీఅపరదనము, (4) ప్రవాహాపరదనము.

ఫలకాపరదనము (Sheet Erosion) : అపవాహజలచలనము (run-off water) వల్ల అపరదితమృత్తిక పలకలుగా ఏర్పడుతుంది; సమానవైశాల్యములుగల ప్రదేశములనుంచి తొలగింపబడ్డ మట్టి ఇంచుమించు సమానంగానే ఉంటుంది. ఇది చాలా అమాయికంగా కనబడే ప్రక్రియ. ఏమంటే దీనివల్ల జరిగే నష్టం సులభంగా ద్యోతకంకాదు. ఒక్కొక్కసారి గట్టిగా వర్షంపడ్డప్పుడల్లా బహు సారవంతమైన పైమట్టి ఊడ్చుకుపోతూ ఉంటుంది. కొంతకాలం గడిచేసరికి

సారం పూర్తిగా తొలగిపోయి మట్టి లేతరంగులోకి మారి అధోమృత్తికను పోలి ఉంటుంది. సారం తగ్గడంవల్ల ఆ నేలలో పంట దిగుబడి క్రమంగా తగ్గిపోతుంది.

ఫింగర్ గల్లీయింగ్ : జాలుకోత భూమి సమతలంగా లేకపోతే వాననీరు చిన్న చిన్న కాలువలుగా కేంద్రీకృతమై, ఈ పిల్ల కాలువలు కొన్ని కలుసుకుని పెద్ద కాలువలై, ఈ పెద్దకాలువలు గిరితటసరస్సులుగా ఏర్పడవచ్చు. ఇవి అన్నీకలిపి శాఖోపశాఖలు కలిగిన వృక్షములాగ కనిపిస్తాయి. ఫలకాపరదనానికీ, గల్లీల నిర్మాణానికీ ఈ ప్రక్రియ మధ్యస్థితి.

గల్లీ అపరదనము : (ఫింగర్ గల్లీయింగు) జాలుకోత, బాగా ముదిరితే కాలువలు, కయ్యలు మార్చ్రానంత లోతుగా అయి, గల్లీ అపరదనం (పిల్లి వాగులు) అభివృద్ధి అవుతుంది. వర్షంపడినప్పుడల్లా గల్లీలు లోతుగానూ, విశాలంగానూ అయి, చుట్టుపక్కల ప్రదేశాలనన్నింటినీ త్వరలోనే ధ్వంసంచేసివేస్తాయి. గల్లీల పైజు, ఆకారమూ అక్కడి మట్టిమీద, వర్షపాతంమీదా, నేలవాలుమీద, అధోమృత్తికమీదా, జలవిభాజకం (watershed) యొక్క ఆకారపరిణామములమీద ఆధారపడిఉంటాయి. భూమ్యుపరితలానికి దగ్గరలోనే కఠినశిల తగిలితే గల్లీలు అగభీరము, విశాలము అయిఉంటాయి. అధోమృత్తిక బంకవంటిది అయితే అగభీరమైన V - ఆకారపు గల్లీలు ఏర్పడుతాయి. అధోమృత్తిక మెత్తగాఉంటే విశాలమూ, గభీరమూ అయిన U - ఆకారపు గల్లీలు ఏర్పడుతాయి. పొడుగ్గా సాగడమూ, విశాలం కావడమూ, శాఖోపశాఖలు నిర్మించడమూద్వారా గల్లీలు అభివృద్ధి అవుతాయి. ఒక్కసారిగా 3, 4 మీ. లోతువరకూ మట్టిలోకి గల్లీకోసి, తరువాత క్రమంగా చదునుఅయితే రెవైను ఏర్పడుతుంది *(20 వ చిత్రపటం)*. రెవైను సామాన్యంగా 30 మీటర్లు పైబడిన లోతు కలిగిఉంటుంది.

ప్రవాహాపరదనము : దరీప్రవాహాలలోనూ, డ్రెయినేజీ కయ్యలలోనూ, జలోఢ మైదానస్థ నదులలోనూ జరిగే అపరదనప్రక్రియవల్ల "ఒడ్డుకోత" (bank cutting) జరుగుతుంది. వాలు అధికంగాఉన్నప్పుడూ, జలాయతనం అధికంగా ఉన్నప్పుడూ అధోతలంకూడా కోసుకుపోతుంది. వంకరటింకరగా ప్రవహించే నదులలో ఒడ్డుకోత అధికంగా కనిపిస్తుంది.

అపరదనవేగము

ఒకప్రదేశంలో అపరదనంజరిగే రేటు లేదా వేగము ఆ ప్రాంతంలో జల వాయువుల అపరదనబలంమీదనూ, మట్టియొక్క ప్రతిరోధకశక్తిమీదనూ ఆధార పడిఉంటుంది. ఈ రెండుశక్తులూ సరిసమానమైనచోట "అక్షతమృత్తిక" (virgin soil) ఏర్పడుతుంది. ఏ కారణంచేతనైనా ప్రతిరోధకశక్తికనుక తగ్గి, అపరదనబలం ఎక్కువైతే, అపరదనం త్వరితమవుతుంది.

నేలయొక్క భౌతిక రాసాయనిక ధర్మాలమీద అపవాహోదక ఆయతనము, వేగము ఆధారపడిఉంటాయి. స్రవణక్షేత్రపుపరిమాణము, ఆకారము, తత్ప్రాంతంలో పడిన వర్షపాతములమీదనూ, నేలవాలుమీద, స్రవణక్షేత్రంలోని వనసంపద మీదా, ఉష్ణోగ్రత, ఆర్ద్రత మొదలైన వాతావరణపరిస్థితులమీదనూ అపవాహోదక ఆయతనము, రేటు ఆధారపడిఉంటాయి. వీటిలో వర్షపాతము, నేలవాలులోనే మానవుడు ఎలాంటి మార్పు తేలేడు.

అపవాహోదక ఆయతనము, వేగము సహజంగా వర్షపాతపు ఉద్ధృతంమీద, పరిమాణంమీద, దైర్ఘ్యంమీద ఆధారపడిఉంటాయి. స్వల్పకాలంపాటు పడివ అతివృష్టివల్ల ఎంతవిధ్వంసము జరుగుతుందో, ఏడాదిపొడుగునా పడే వర్షాలన్నిటి వల్ల అంత విధ్వంసమూ జరుగుతుంది. వర్షం నెమ్మదిగా కురిస్తే ఆ నీటిని నేల సులభంగా పీల్చుకుంటుంది. కనుక దీనివల్ల కుండపోతవానవల్ల జరిగేటంత నష్టం జరుగదు.

నేలవాలునుబట్టి అపవాహవేగం మారుతుంది. మిగిలినపరిస్థితులన్నీ సమంగానే ఉండి వాలు ఎక్కువైతే అపవాహవేగం ఎక్కువై నీటిని పీల్చుకోడానికి నేలకి వ్యవధి తక్కువ అవుతుంది. నీలగిరి కొండచరియలలో బంగాళాదుంపలు పండిస్తారు కానీ, అపరదన ప్రతిరోధకచర్యలు తీసుకోరు. జూలై - ఆగస్టు నెలలలో పైరుకోసిన తర్వాత మట్టి వదులుగానూ, రక్షణారహితంగానూ ఉండి వర్షాకాలంలో అపరదనం అమితంగా జరుగుతుంది.

చదునైన నేలమీద మంచి వ్యావసాయికక్షేత్రాలలో లోతైన వాగులు విపరీతంగా ఏర్పడుతూ ఉంటాయి. వర్షపాతంచేత అపరదనఖండితములైన శీర్షములు కలిగి ఉండడం గల్లీల లక్షణం.

నల్ల రేగడినేలలవంటి భరమృత్తికలలో బంకమట్టి, ఒండ్రు అధికంగా ఉండి ఉంటాయి. ఆ మృత్తికలు తేమను బయటికిపోనీకుండా నిలుపుకోగల సామర్థ్యం కలవే గాని, వర్షపునీటిని వేగంగా పీల్చుకోవు. తడిసినప్పుడు బంకగానూ, ఎండినప్పుడు గట్టిగానూ ఉంటాయి. వర్షంపడినంత వేగంగా నీటిని పీల్చుకోలేకపోవడం చేత అపవాహోదకం అధికంగాఉండి, ఈ నల్లరేగడినేలల పైభాగాలు అధికంగా అపరదితం అవుతాయి.

నీటిని, మట్టినీ సంధారణ (పదిలపరచుట—conservation) చేయడంలో మొక్కలు అతిముఖ్యమైనపాత్ర వహిస్తాయి. చెట్లఆకులు పడేనీటిబిందువులను మధ్యలోనే అటకాయించి, వెదజిమ్మి, ఆవిరి అయేలా చేస్తాయి. దట్టంగామొలిచిన గడ్డి తీవ్రమైన వర్షపుతాకిడిని ఎదుర్కొని మట్టిని రక్షిస్తుంది. మొక్కలవేళ్ళ అల్లికలవల్ల మట్టికి బంధనశక్తి లభిస్తుంది.

నేలవాలుకి అడ్డంగాకాకుండా, అనుకూలదిశలో నాగటిచాళ్లు ఉంటే అపరదనం త్వరితమవుతుంది. రోడ్లవల్ల, రైలుకట్టలవల్ల సహజమైన డ్రెయినేజీశయ్యాలు మారి, గల్లీలు ఏర్పడవచ్చు. రోడ్లమరమ్మత్తులకోసం మట్టి తవ్వినచోట్ల వర్షపు నీరు రోడ్లపక్కగా ప్రవహించి, తరుచుగా అపరదనానికి దారితీస్తుంది.

అపరదన నియంత్రణ ప్రక్రియలు

భూఅపరదనానికి కారణం భూమిని దురుపయోగపరచడమే, కనుక ఇది మానవకల్పితమైన సమస్య. భూసంధారణానికి తీసుకోవలసిన జాగ్రత్తలు భూమిని ఉపయోగించుకునే పద్ధతులమీద ఆధారపడిఉంటాయి. బహిరంగమైన వ్యావసాయిక భూమిని అపరదననియంత్రణావకాశాలుకల వాలుప్రదేశాలకు పరిమితంచేయడం మొట్టమొదటి మెట్టు. అంటే కొన్నిరకాల పంటలకు కొన్ని ప్రత్యేకమైన వాలు భూములు, అంతకన్న వాలుగల ప్రదేశాలకు నిత్యమైన పచ్చికబీళ్లు, మరింత వాలు భూములు అరణ్యాలకూ తగినవి అని అర్థం. వీటిమధ్య అంతరం మరీ సంకుచితమై సన్ననిగీతలూ ఉంటుందనుకోకూడదు. విభాజకక్షేత్రం తగినంత వెడల్పుగా ఉండి మారుతూ ఉంటుంది. వాలు పెరిగితే జారిపోయే నీటివేగం హెచ్చి అపర

దనం త్వరితమవుతుంది. ఈ ప్రమాదం ఉండడంచేత భూమియొక్క వాలు ఒక ప్రత్యేక క్రాంతిక (critical) పరిమితిని దాటిఉంటే అక్కడ వ్యవసాయం చేయకూడదు. స్థానికమైన భూలక్షణాలనుబట్టీ, వాతావరణస్థితినిబట్టీ ఈ వాలు 4 లో 1 నుంచి 7 లో 1 వరకూ మారుతూఉంటుంది. వాలు అధికంగాఉంటే వేదికలను నిర్మించి, (ఖర్చు చాలా అవుతుంది) ఆ తర్వాతనే వ్యవసాయం చేయాలి. వేదికలు లేకుండా వ్యవసాయంచేస్తే త్వరలోనే మట్టి కొట్టుకుపోతుంది.

ఇండియాలో చాలా ప్రదేశాలలో రెండు ముఖ్యమైన కారణాలవల్ల భూమిమీది ప్రకృతిసహజమైన ఆచ్ఛాదన తొలగి,భూఅపరదానానికి దారితీసింది.ఇవి పశువులను అతిగా మేపటమూ, అడవులు కాలిపోవడమూనూ. చాలాభాగం కొండలమీద ముళ్ళపొదలు, ఒకపాటి దట్టమైన గడ్డి ఉంది, చుట్టుపక్కల పల్లెటూళ్ళకు సమగ్రాసంగా పనికివస్తోంది. వేసవిలో ఈ గడ్డి యెండిపోయినప్పుడు వర్షాలు కురిశాక దట్టంగా పచ్చగడ్డి మొలుచుకువస్తుందనే తప్పుడుభావంతో పల్లెప్రజలు దానికి నిప్పుపెడతారు. ఈ మంటలు అతివేగంగా అల్లుకుపోయి కొండలమీద అన్నిటినీ నాశనంచేసేస్తాయి. చెట్లు మాడిపోతాయి. భూఆచ్ఛాదన ధ్వంసం అవుతుంది. బహిర్గతమైన నేలమీద వర్షంపడినప్పుడు ఫలకాపరదనం విపరీతంగా జరుగుతుంది. పశువులు విపరీతంగా మేసిన కొండదిగువభాగాలలోకూడా అపరదనం బాగా జరుగుతుంది. ఈ విధంగా అడవులు, అక్కడి పచ్చికబీళ్లూ క్రమంగా హరించిపోతాయి. కనుక పశువులను అతిగామేపడం, అడవులను తగులబెట్టడం వల్ల జరిగే నష్టాన్ని పల్లెప్రజలకు విశదీకరించే ప్రయత్నాలు చేయాలి.

అపరదన నియంత్రణానికి తీసుకునే జాగ్రత్తలు ముఖ్యంగా మూడు విషయాల మీద ఆధారపడిఉంటాయి: (1) అవశోషణాన్ని (absorption) అధికంచేయడం, (2) అపవాహపుశాతాన్ని తగ్గించడం, (3) అపవాహ అవశేషంవలన సంభవించగల ప్రమాదంనుంచి రక్షణలు కల్పించడము. మట్టిలోకి నీరు ఇంకే వేగాన్ని పెంచితే అవశోషణం పెరుగుతుంది. నీరుపడేచోట దానిని అవరుద్ధం (impounding) చేయడంవల్ల నీరు భూమికి తగిలిఉండే కాలవ్యవధి పెరిగి, అవశోషణావకాశం అధికమవుతుంది. వాలుకడ్డంగా సమమట్టపు గట్లువేయు (కాంటూరు బంధనము-contour bunding), సమమట్టపు కందకములు (కాంటూరుగోతుల)

తవ్వకము (contour trenching), వేదికానిర్మాణము, నియమితఅరణ్యసంవర్ధనము, నియమితంగా పశువులను మేపడము, పునరోత్పాదనము (revegetation), వరణాత్మకం కలుపుతీయడము (selective weeding), ఆచ్ఛాదనార్థం మొక్కలను పెంచడము, మిశ్రమ వ్యవసాయము (mixed farming), సస్యపరివర్తనము అవలంబించుట, చారికలుగా పైరులను పెంచుట (strip cropping) మొదలైనవి భూఅపరదనాన్ని అరికట్టి, పంటను పెంచడానికి తీసుకురావలసిన జాగ్రత్తలలో కొన్ని.

ఫలకాపరదనంవల్ల పైమట్టి తొలగిపోయి గల్లీలు ఏర్పడుతాయి. గల్లీలు ఏర్పడడం మొదలుపెట్టేక వాటిని ఆపడానికి ప్రయత్నించడంకన్నా, సాధ్యమైతే, ముందుగానే గల్లీలు ఏర్పడకుండానే జాగ్రత్తపడడం మంచిది. భూమి వేరువేరు అపరదనదశలలో కనుక ఉంటే ఉన్నంతలో మంచిభూమిని ఇంకా పాడై పోకుండా కాపాడడం తర్కబద్ధమైనది; కాని, ఆచరణసాధ్యందృష్ట్యా అయితే మరీ పెద్దవి అయిపోకుండాఉంచే గల్లీలతో మొదలుపెట్టడం మంచిది.

వేదికలు నిర్మించి వ్యవసాయంచేయడంవల్ల నీరు మళ్లించి ఫింగర్‌గల్లీలను నిర్మూలించవచ్చు. గల్లీలు పెద్దవిఅయితే వరుసగా అడ్డుగోడలవంటి ఆనకట్టలు కట్టి, ఏకసమానమైన నిమ్నపువాలును మెట్లుమెట్లుగా విడదీసి, అపరదనవేగాన్ని తగ్గించవచ్చు. ఇవి తాత్కాలికమైన జాగ్రత్తలుమాత్రమే. ఈలోగా మొక్కలు పెంచి శాశ్వతమైన నియంత్రణం చేయవచ్చు. అవసరమైనన్ని అడ్డగట్లుకట్టి గల్లీలను పూర్తిగా మూసివేయవచ్చు. వేదికలవల్ల నీటిపాయలను మళ్ళించి, అపరదనం తిరిగి జరుగకుండా చూడాలి.

గల్లీల పైకొనదగ్గర - సాధారణంగా నిట్టనిలువుగా ఒడ్డుఉండేచోట - ప్రత్యేక శ్రద్ధ వహించాలి. ఈ ఒడ్డునుంచి నీరు కిందికి ఉరికినప్పుడు కింద అన్నివైపులకీ కోసివేస్తుంది. దీనివల్ల ఆ ఒడ్డుకిందిభాగం కోసుకుపోవడం మొదలుపెట్టి గట్టు విరిగిపడిపోతుంది. మళ్ళీ ఈ ప్రక్రియ పునఃప్రారంభమవుతుంది. ఈ పద్ధతివల్ల గల్లీలు చదునుగాఉండి స్థిరంగాఉంటుందనుకున్న మంచినేలలోకి ఏడాదికి 20 మీ. దాకా చొచ్చుకుపోయిన సందర్భాలున్నాయి. ఈ నిమ్నపుఒడ్డును వెనుకకు

కోసి సుమారు 30° వాలు ఉండేలా చేసి, బల్లచెక్కలు లేదా గాల్వనైజుచేసిన ఇనుపరేకులు బిగించిగాని, లేక కాలువప్రక్కలను సిమెంటు కంకరలతోగానీ కాంక్రీటు నిర్మించిగానీ ఈ రకమైన జలపాతాపరదనాన్ని అరికట్టవచ్చు. ఆ జల ప్రవాహాన్ని శాశ్వతంగా పక్కకు మళ్ళించి వేదికలు నిర్మించిన గల్లీల శిరోతటములు అపరదనశక్తి కోల్పోయేలా చేయడం ఇంకా మంచిపని.

ఇరువదిమూడవ ప్రకరణము

భారతదేశపు స్థలాకృతి - సంరచనము

భూపృష్ఠంలోని ద్రవ్యములు ప్రకృతిశక్తులచేత మలచబడి, దేశపు స్థలాకృతి ఏర్పడుతుంది. సామాన్యంగా ప్రకృతిదృశ్యాలనుచూచి అందరు ఆనందించగలరు. కానీ, ఆ స్థలాకృతీదృశ్యములు ఆవిధంగా ఉండడానికి హేతువు ఏమిటో తెలుసుకో గలిగితే ఆ ఆనందం ద్విగుణీకృతమవుతుంది. ఈనాడు భూమిమీద కనబడే ప్రతి ఆకృతీ సుదీర్ఘమైన భూవైజ్ఞానికప్రక్రియాఫలితమే. భూవైజ్ఞానిక కాలగమనంలో అనంతమైన భూతకాలానికీ, అవ్యక్తమైన భవిష్యత్కాలానికీ మధ్య వర్తమాన కాలం అనేది లంకెగా వుంది.

భారతదేశ ఆవిర్భావము

పరాజీవకయుగంలో గొండ్వానాలాండు అనబడే దక్షిణమహాభూఖండం విరిగి, పెద్ద పెద్ద ఖండములుగా విడివడ్డది. దీనిలో ఇండియా ఒకభాగం. ఈ భూపృష్ఠ ఫలకములు క్రమంగా దూరంగా జరిగి ప్రస్తుతపు ఆఫ్రికా, ఆస్ట్రేలియా, అంటార్కిటికా, దక్షిణఅమెరికాఖండములు ఏర్పడ్డాయి.

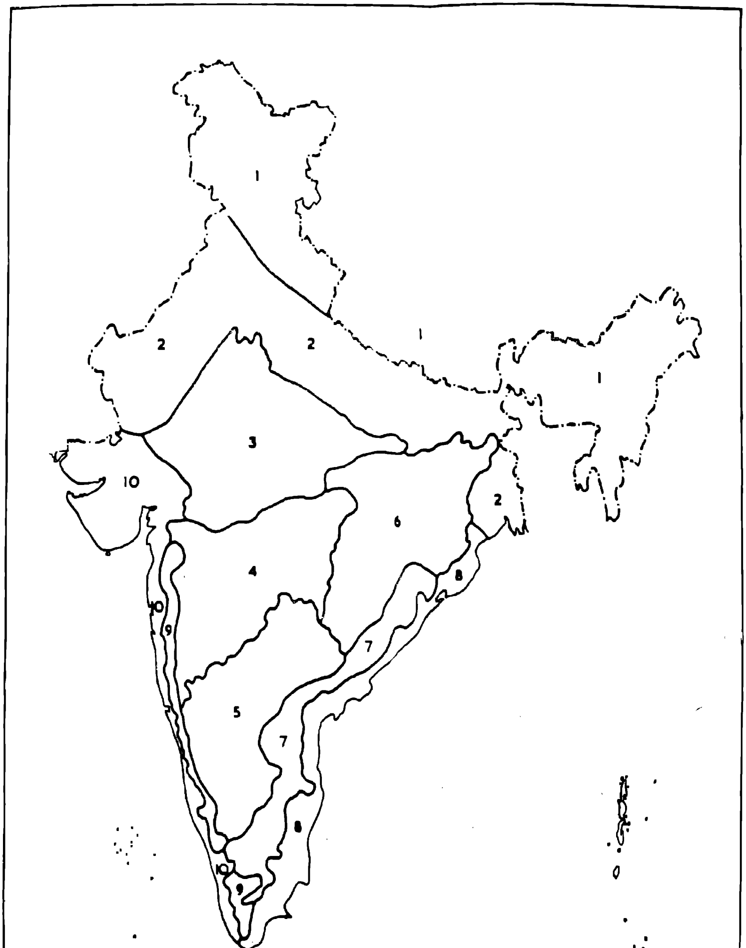
హిమనదీసంబంధమైన తల్చీర్ బృహచ్ఛిలాస్తరమునుబట్టి చూస్తే పెర్మో-కార్బానికపెరస్‌యుగంలో ఇండియా భూమధ్యరేఖకు చాలాదూరంలో ఉందేదనీ తెలుస్తోంది. గొండ్వానాలాండు ఛిన్నాభిన్నమైనప్పుడు భారత భూఖండము ఉత్తరాభిముఖంగా జరిగింది. ఈ కదలికవల్ల భారతఖండం తేథిస్ మధ్యధరా సముద్రంలోకి చొచ్చుకుని భూఅభినతీఅవసాదముల దొంతరను పైకితోసింది. భారతీయద్వీపఖండపు ఉత్తరపుసరిహద్దులలో శైశవంలోఉన్న హిమాలయపర్వత శ్రేణులు పైకి లేచాయనడానికి నిదర్శనాలున్నాయి. ''ప్రపంచానికి నడికొప్పు'' అని పేరుతెచ్చుకున్న టిబెట్టులోని ఉన్నతపీఠభూమి ఏర్పడడానికి సియాలిక భూపృష్ఠం రెండు దొంతరలుగా ఏర్పడడమే. హిమాలయపర్వతశ్రేణులు ఇంకా అపార సంక్షోభములకు లోనై పైకి లేవనెత్తబడుతూనే ఉన్నాయి.

ఈ విధమైన భూపృష్ఠచలనములవల్ల నే ఇండియా భూఆకృతీవైజ్ఞానికంగా మూడు నిర్దిష్టమైన సంరచనలను కలిగిఉంది. ఈ మూడువిభాగాలలోనూ వాటివాటి లక్షణాలు స్ఫుటంగా కనిపిస్తున్నాయి. ద్వీపకల్పభాగంలో ముఖ్యంగా ప్రికాంబ్రియన్ శిలలు సుస్థిరంగా ఉన్నాయి; మధ్యధరాసముద్రంలో అవక్షేపితములైన అవసాదీయ స్తరముల *భ్రంశవిభంగముల* వ్యవస్థ చేత ద్వీపకల్ప బహిఃప్రదేశం ఏర్పడింది; *మధ్యస్థవివర్తనకమైన* లోయ గంగాసింధుద్రోణి అని పిలువబడేది. *ఇతోత* *అవసాదగుంఫితమై* ఉంది. 18 వ చిత్రపటములో ఇండియాయొక్క ముఖ్యమైన భూఆకృతీ ఉపవిభాగములు చూపబడ్డాయి.

ద్వీపకల్ప బహిఃప్రదేశము

హిమాలయము ప్రపంచములోకెల్ల అత్యున్నతమైన పర్వతవ్యవస్థ. ప్రపంచంలో కెల్ల వయస్సులో చిన్నదీ, ప్రాక్పశ్చిమపర్వతవ్యవస్థలలో పెద్దదీకూడా ఇదే. సంరచనదృష్ట్యా హిమాలయము ఇండియా ముందరిభాగంతో సంబంధం కలిగి ఉంటుంది. సుమారు అయిదు లేక ఆరుకోట్ల సంవత్సరాలకుపూర్వం తేధిస్ సముద్రపునేలలోనుంచి పైకిలేచిన వివర్తనికపర్వతశ్రేణి ఇది. ఉత్థాపనం క్రమ క్రమంగా అనేకకోట్ల సంవత్సరాలకాలంలో జరిగింది. అనేక హిమాలయనదుల పూర్వవర్తీశయ్యలకు ఇది కారణం. ఈ నదులకు మాతృస్థానం హిమాలయశ్రేణికి ఉత్తరభాగంలోనే అయినా నిట్రపుగోడలుగల లోతైన గోర్జిలను ప్రాక్పశ్చిమ విస్తృతపర్వతశ్రేణులలో కోసి ఈ నదులు దక్షిణంగా ఇండియాలోకి ప్రవహిస్తున్నాయి. హిమాలయముల ఉత్థాపనవేగమూ, నదీశయ్యల అపరదనవేగమూ సమానంగా ఉన్నాయి.

హిమాలయశ్రేణిలో రెండువంపులు ఉన్నాయి; ఒకటి పడమటను నంగపర్వతం దగ్గర సింధునది వంపుతిరిగినచోటనూ, రెండవది తూర్పున అస్సాములోని మిష్మి కొండలదగ్గర బ్రహ్మపుత్ర వంపుతిరిగినచోటనూ హిమాలయాల అవసాదీయశిలల లోనికి ద్వీపకల్పీయఖండం అడుగునుంచి చొచ్చుకురావడంచేత ఈ వంపులు ఏర్పడ్డాయి. హిమాలయముల ఉత్తలము ద్వీపకల్పంవైపు అవతలము టిబెట్టువైపు



పటము 18. భారతదేశపు భౌతిక ఆకృతీతత్త్వవిభాగములు.

1. హిమాలయ ప్రాంతము. 2. గంగా సింధు మైదానములు. 3. మధ్యస్థ ఉన్నతభూములు. 4. ఉత్తర దక్కను. 5. దక్షిణ దక్కను. 6. తూర్పు పీఠభూములు. 7. తూర్పు కనుమలు. 8. తూర్పు తీరస్థమైదానాలు. 9. పడమటి కనుమలు. 10. పశ్చిమ తీరస్థమైదానాలు.

తిరిగిఉన్నాయి. కాశ్మీరునుంచి అస్సామువరకూ 2400 కి. మీ. పొడవునా హిమాలయశ్రేణివంపు గోండ్వానాలాండుయొక్క ఆకృతివల్ల నిర్ణీతమైంది.

సివాలిక్ కొండలలోనూ, చిన్నహిమాలయములలోనూ అధమం మూడుచోట్ల అయినా బృహత్ ప్రఘాతాలు ఉన్నాయి. వీటిలో బాగా దక్షిణాన ఉన్నవి ముఖ్య సరిహద్దు భ్రంశము (main boundary fault). ఇది సివాలిక్ పర్వతాలను తృతీయ యుగశిలలనుంచి, తత్పూర్వశిలలనుంచి విడదీస్తోంది. కాశ్మీరంలో తృతీయ యుగక్షేత్రానికి ఉత్తరాన కార్బానిఫెరస్ నుంచి ఇవోసీన్ యుగంవరకూగల అవసాదములు వలితములై పూర్వభూమిమీదికి చొచ్చుకుపోయి ఉన్నాయి. దీనికి బయట నేప్ (nappe) క్షేత్రం ఉంది. ఇందులో రెండుకాని, అంతకన్న ఎక్కువగాని ముఖ్యప్రఘాతాలు ఉన్నాయి. ఇంకా ఉత్తరాన మధ్యహిమాలయశ్రేణి ఉంది. ఇందులోని అవసాదములలోనికి బ్రహ్మాండమైన గ్రెనైట్ శిలాఖండములు చొచ్చుకుని ఉన్నాయి. హిమాచ్ఛాదితమైన ఎవరెస్టుశిఖరం దగ్గరనుంచి సింధులోని నంగపర్వతంవరకూ అనేక ఉన్నతప్రదేశాలు గ్రెనైట్ శిలానిర్మితమై ఉన్నాయి. గ్రెనైటులు వివిధదశలకు చెందినవి అయితే కావచ్చు గానీ, వాటిలో చాలాభాగం నవజీవకల్పమునకు చెందినవి అని భావింపబడుతున్నాయి. మధ్యహిమాలయముల స్ఫటికీకృతక్రోడము (crystalline core) గోండ్వానాలాండుయొక్క పురోభాగమే (భారతీయ ద్వీపకల్పము). ఈ భాగం హిమాలయపార్వతీకరణంలో నేప్ మండలంలో చిక్కుకుని వలితమైంది.

సివాలిక్ పర్వతములపక్కగా ఒరిగిఉన్న నవజీవకల్పీయ హిమాలయములు 'ప్లియో-ప్లిస్టోసీన్' యుగములో మళ్ళీ సంక్షోభితములయ్యాయి. తత్సంబంధమైన కదలికలు ఈనాటికీ ఈ ప్రాంతంలో భూకంపములరూపంలో కానవస్తూనే ఉన్నాయి. ముఖ్యసరిహద్దుభ్రంశానికి ఉత్తరాన జరిగిన పార్వతీకరణతీవ్రతను మించిపోయింది. పాత నేప్ సంరచనలు పునర్నవీకృతములయాయి; కొత్తవి పుట్టి పురోభూమిని అందుకున్నాయి.

ఇటీవల ఊర్ధ్వరచలనములు జరిగేయనడానికి దాఖలాఉంది. కాశ్మీరులోయలోని ప్లిస్టోసీన్ సరోనదీనిక్షేపముల కరేవాశ్రేణులు వంగి, 1500 మీ. నుంచి 1800 మీ. వరకూ పైకి లేపనెత్తబడ్డాయి.

గంగా సింధు పురోభూమి

హిమాలయప్రాంతానికీ, ద్వీపకల్పానికీ మధ్య గంగా సింధు మైదానం ఉంది. ఇది విశాలమైన, సమశీతలమహామైదానం. సముద్రాభిముఖమై నెమ్మదిగా ప్రవహించే నదుల జలౌఘముచేత ఇది ఇటీవల నిర్మింపబడింది. ఇసుక, బంకమట్టి, అక్కడక్కడ జీవఅవశేషములుగల భూవైజ్ఞానికంగా ఆధునికమైన (ప్లిస్టోసీన్ ఆధునిక యుగముల) పీట్ స్తరములతో లోతైన నిమ్నతలం నిండి ఈ మైదానం ఏర్పడింది. ఈ నిమ్నభూమిని "పురోనిమ్నభూమి'' అనవచ్చును. హిమాలయోత్థాపనం జరిగినప్పుడు ద్వీపకల్పపు ఉత్తరభాగం దిగబడడంవల్ల ఈ నిమ్నభూమి ఏర్పడింది.

ఆగ్నేయదిశగా ప్రవహించే గంగ, దాని ఉపనదులు ఈ మైదానపు మధ్యభాగాన్నీ ఉత్తరభాగాన్నీ నిర్మించాయి. నైఋతిగా ప్రవహించే సింధునది, దాని ఉపనదులు పంజాబులోని పశ్చిమరాజస్థాన్ గంగాసింధుమైదానంలో భాగాలే అయినా అవి అల్పజలకపరిస్థితులకు లోనుకావడంచేత అక్కడి ప్రకృతిదృశ్యచక్రం వేరు విధంగా ఉంటుంది.

భారతీయ ద్వీపకల్పము

రక్షక ప్రాంతము : పైనచెప్పిన భారతదేశపు రెండువిభాగములకన్న ద్వీపకల్ప భాగం సంరచనాత్మకంగానూ, స్తరవైజ్ఞానికంగానూ, భూఆకృతీవైజ్ఞానికంగానూ మిక్కిలి విభిన్నమైనది. ప్రికాంబ్రియన్ యుగాంతమునుండీ ఈ ప్రాంతపు భూపృష్ఠఖండం సుస్థిరమై, పార్వతీకరణచలనములవల్ల అప్రభావితమై ఉంది. తరువాత జరిగిన మార్పులు కేవలము పీఠభూమినిమ్నాజసమవాయమునందలి చలనములు మాత్రమే. వీనివల్ల కొన్నిప్రదేశాలు సాపేక్షంగా పైకిలేవడంగానీ, దిగబడడంగానీ జరుగుతుంది. ఈ ద్వీపకల్పం భూపృష్ఠపు బహుపురాతనశిలానిర్మితమైన పరిరక్షకప్రాంతం. ఈ శిలలు నలుగుడికీ, రూపాంతరణానికీ లోనుఅయాయి. ఈ స్ఫటికశిలా ఆధారతలంమీద తదుపరి అవసాదములు, బహుళమైన లావా స్తరములు (దక్కన్ట్రాపులు) ఉన్నాయి.

బహుపురాతనకాలంనుంచీ దక్కను పీఠభూమి అపరదనశక్తులకు లోనై ప్రస్తుతం ప్రాయమైదానంగా మారబోతోంది. పాత పర్వతాల వేళ్లు గుర్తులు

తెలుస్తున్నాయి కాని, ప్రస్తుతం మిగిలిఉన్న వి త్తులు వేరు వేరు దశలలో మిగిలి పోయిన అపరదనావశేషాలు.

తపతీలోయనుంచి కన్యాకుమారివరకూ పశ్చిమతీరానికి ఇంచుమించు సమాంతరంగా విస్తరించిన పడమటికనుమలు ద్వీపకల్పంలో అతిముఖ్యమైన పర్వతశ్రేణులు. ఉత్తరాన దక్కనుట్రాపులచేతనూ, దక్షిణాన ప్రికాంబ్రియను గ్నీసులచేతనూ, షిస్టులచేతనూ నిర్మితమై ఉన్నాయి. ట్రాప్‌ప్రాంతపు స్థలాకృతి విశిష్టమైనది. కొండలు చదునైన శిఖరములుకలిగి, చరియలు మెట్లవంటి వేదికలు కలిగిఉంటాయి. అరేబియాసముద్రానికి దగ్గరలో ఉన్నప్పటికీ పడమటికనుమలు ద్వీపకల్పంలోని జలవిభాజకములై ఉన్నాయి. నదులలో చాలాభాగం తూర్పుగా ప్రవహించి, బంగాళాఖాతంలో పడుతున్నాయి.

తూర్పుకనుమలు రూపాంతరితశిలానిర్మితములైన వేరువేరు పర్వతశ్రేణులు. ఉత్థాపనకు దాఖలాలు కృష్ణానదికి ఉత్తరానగల కొండలలో కనిపిస్తాయి. తూర్పుకనుమలూ, పడమటికనుమలూ కలుసుకునేచోట నీలగిరి కొండలు ఉన్నాయి.

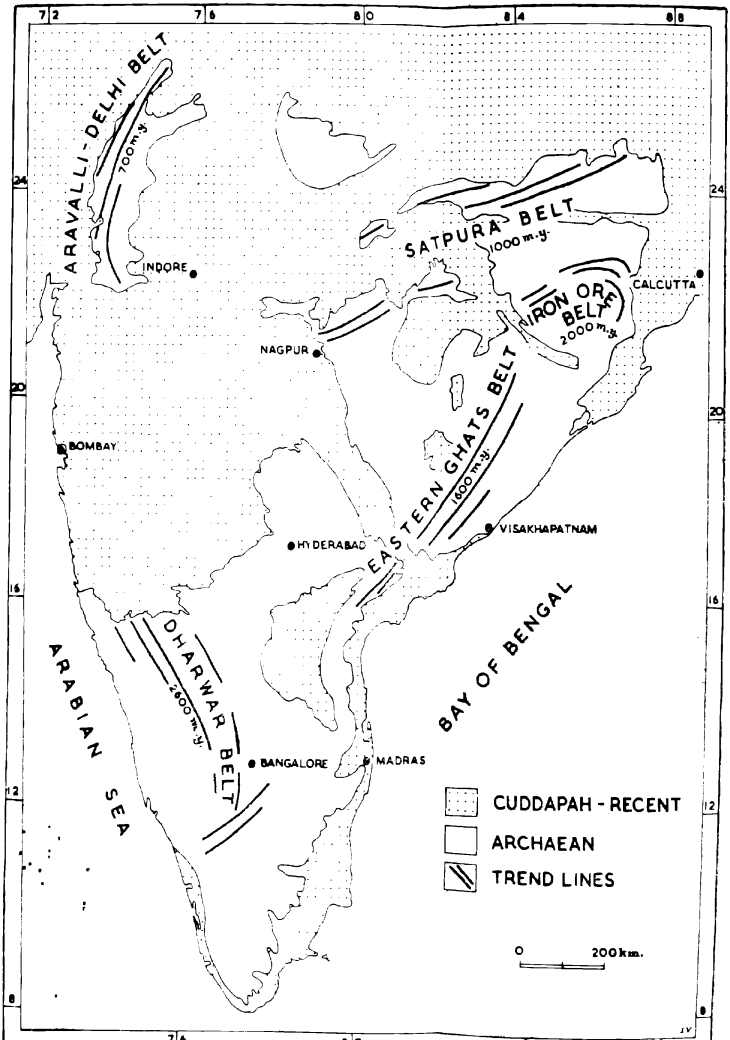
వింధ్యపర్వతాలు స్తరితములైన క్వార్ట్‌జైటులచే నిర్మితములైన పీఠభూమి శ్రేణులు. సాత్పురాతోకలిసి ఇవి మధ్యఇండియాయొక్క జలవిభాజకముగా పనిచేస్తున్నాయి.

ఆరావళీపర్వతాలు వివర్తనిక పురాతన పర్వతశ్రేణుల అవశేషాలు. ఇవి ఉత్తరహిందూదేశంలోని జలవిభాజకములు. బంగాళాఖాతంలోకి ప్రవహించే గంగానదీవ్యవస్థనీ, అరేబియాసముద్రంలోకి ప్రవహించే సింధునదీవ్యవస్థనీ విడదీసే జలవిభాజకాలు ఈ పర్వతాలు.

భూవైజ్ఞానికసంరచన : రేడియో ధార్మికతా ఆవిష్కరణము కొన్నిరకముల భూవైజ్ఞానికపరిశోధనలమీద అద్భుతమైన ప్రభావాన్ని కలిగిఉంది. మామూలు భూవైజ్ఞానికపద్ధతులవల్ల తెలుసుకోడానికి వీలులేని విషయాలలో అఫాసిల్ ఫెరస్ శిలల ఖచ్చితమైన వయస్సును నిర్ణయించగలగడం ఒకటి. రేడియో ధార్మికత అంటే కొన్ని మూలపదార్థాల పరమాణుగర్భాలు హఠాత్తుగా అణుశకలాలను

విడిచిపెట్టివేయడం అన్నమాట. తద్వారా కొత్తమూలపదార్థాలు ఏర్పడుతాయి. రేడియోధార్మికమూలపదార్థం క్షయం (decay) అయే రేటు (కొత్త మూలపదార్థాలు ఏర్పడే రేటు) మనకు తెలిసిన ఏ రసాయన భౌతికవిషయములమీదనూ ఆధారపడ లేకుండా స్థిరంగాఉంది. శిలలలోఉన్న ఈ రకమైన రేడియోధార్మిక మూలపదార్థాలు అవ్యవధానంగా ఈ "అంతిమపదార్థాలను" (end products) తయారుచేసి నిలువచేస్తున్నాయి. కనుక ఈ పరివర్తనప్రక్రియలో ఏ సమయంలోనైనా అసలు మూలపదార్థానికీ అంతిమపదార్థానికీ గల నిష్పత్తి నిర్దిష్టమై ఉంటుంది. ఎంత కాలంగా రేడియోధార్మికక్షయం కొనసాగుతూ ఉందో దానిమీద ఈ నిష్పత్తి ఆధారపడి ఉంటుంది. కనుక ఈ నిష్పత్తి ఆ ఖనిజపు వయస్సును తెలిపే సూచకాంకము (index) గా పనికివస్తుంది. వయోనిర్ణయానికి పనికివచ్చే ఖనిజములు చాలాభాగం పెగ్మటైటులలో కనిపిస్తాయి. బృహత్పార్వతీకరణాంతంలో పార్వతీకరణక్షేత్రాలలో ఉద్భవించిన గ్రెనైటులలో ఈ పెగ్మటైటులు తరుచు కలిసిఉంటాయి. గ్రెనైటులలోనూ, పెగ్మటైటులలోనూ ఉండే అభ్రకములు, పొటాష్ ఫెల్డ్‌స్పార్‌లవంటి కొన్ని ఖనిజముల వయస్సు నిర్ణయించడం ద్వారా ఆ శిలల వయస్సులను తెలుసుకోవచ్చును. గ్రెనైటులవయస్సు పార్వతీకరణపు తుదిదశల వయస్సుకి సమానం అవుతుంది. ప్రాంతీయ అనుదైర్ఘ్య శిలాద్రవ్యములకు పార్వతీకరణక్రియతో సంబంధం కలుపవచ్చును. ఈ విధంగా సహసంబంధములు (correlations) నిర్ణయించి, ఏ క్రమంలో శిలాద్రవ్యనిర్మాణం జరిగిందో నిర్ణయించవచ్చును.

భారతీయ ద్వీపకల్పపరిమాణాన్ని, అందులోని వివిధ ప్రికాంబ్రియన్ శిలా సంయోగసంరచనల క్లిష్టతనుచూస్తే ఇప్పటివరకూ చేసిన వయోనిర్ణయాలు ఎన్నో లేవు; అయినా ఆ నిర్ణయించిన కొద్దిపాటి వయస్సులూ బహువిపులమైన భూవైజ్ఞానిక కాలవ్యవధిలోని వివిధఘట్టముల సాపేక్షవయస్సులకు సంబంధించిన మనవిజ్ఞానాన్ని పెంపొందించాయి. 19 వ బొమ్మలో భారతీయ ద్వీపకల్పపు సూక్ష్మీకృతసంరచనాపటం చూపబడింది. ఇందులో ముఖ్యమైన పార్వతీకరణ క్షేత్రాలూ, వాటివయస్సులూ స్థూలంగా చూపబడ్డాయి.



పటము 19. భారతీయ ద్వీపకల్పముయొక్క సూక్ష్మీకృత సంరచనాత్మక పటము. ఇందులో ముఖ్యమైన పర్వత జనకక్షేత్రములు చూపబడ్డాయి. సరాసరి వయస్సు మిలియన్ల సంవత్సరాలలో ఇవ్వబడ్డాయి.

ధార్వార్ షిస్ట్ క్షేత్రములు	(N. N. W. — S. S. E.)
తూర్పుకనుమల క్షేత్రము	(N. E. — S. W.)
సాత్పురాక్షేత్రము	(W. S. W. — E. N. E.)
ఆరావళీ ఢిల్లీ క్షేత్రములు	(N. E. — S. W.)

ముఖ్యమైన అనుదైర్ఘ్యదిశలుగా గుర్తింపవచ్చు.

సంరచనాత్మకనిదర్శనాసమర్థితములైన రేడియోమితీయ (radiometric) వయస్సులనుబట్టి ప్రపంచంలోని తక్కిన రక్షితప్రదేశాలలాగే భారతీయద్వీప కల్పము క్రమాంతర పార్వతీకరణక్షేత్రముల స్థిరఆకృతులను ప్రదర్శిస్తుంది అని తెలుస్తోంది. ఈ క్రింది పార్వతీకరణచక్రములను గుర్తించవచ్చు:

ధార్వార్ చక్రము	—	26000	లక్షల సంవత్సరాలు
లోహఖనిజచక్రము	—	20000	,,
తూర్పుకనుమలచక్రము	—	16000	,,
సాత్పురాచక్రము	—	10000	,,
ఢిల్లీ చక్రము	—	7000	,,

అపరదన ఉపరితలములు: గోండ్వానాలాండు (ఇందులో ఇండియా ఒక భాగం) భూవైజ్ఞానిక సుదీర్ఘకాలంలో అపరదనానికి గురిఅయి, ఉపరితలం ప్రాయమైదానంగా మారింది. సుమారు 1750 లక్షల సంవత్సరాలకు పూర్వం ఈ దక్షిణమహాభూఖండం పగిలి, పెద్దపెద్ద భూపృష్ఠఖండములు క్రమంగా దూర దూరంగా జరిగి పోనారంభించాయి. దూరదూరంగా ఉంటున్నప్పటికీ ఆఫ్రికా లోనూ, ఇండియాలోనూ గోండ్వానా అపరదిత ఉపరితలాన్ని గుర్తించవచ్చును. దక్షిణభారతంలోని నీలగిరి, కార్డమమ్, కొడైకెనాల్ కొండలమీది ఉన్నత పీఠభూములలో సుమారు 2600 మీ. ఎత్తున ఈ ఉపరితలావశేషాలు పరిరక్షిత ములై ఉన్నాయి.

అపరదనం అనేది ఒక నిరంతరప్రక్రియ. అనేక తదుపరి ఉపరితలాలను గుర్తించవచ్చు. నీలగిరికొండలలోని ఉదకమండలందగ్గర సుమారు 2000 మీ. ఎత్తునగల అపరిపక్వమైన వాలు (imperfect levelling) ను బట్టి తదుపరి -

గొండ్వానా అపరదిత ఉపరితలమును ఊహించవచ్చును. ఈ వాలు తూర్పు కనుమలలోని అవశేషపర్వతాల ఉన్నతతలములకు సంబంధించినది.

ద్వీపకల్పపు పడమటితీరము ఆఫ్రికానుంచి ఇండియా విడిపోయిన పగులును సూచిస్తుంది. ఒకప్పుడు సముద్రంలో మునిగిఉన్న ఈ పరిఖాలంబము అపరదన కారకముల ప్రభావముచే భూభాగంవైపు జరుగసాగింది. పడమటికనుమల పరిఖాలంబము ఒకప్పుడు భ్రంశపరిఖాలంబముగా భావింపబడేది కాని, ప్రస్తుతం అది ప్రాయమైదానానికి సంబంధించిన సామాన్యమైన అపరదన ఆకృతిగా భావింపబడుతోంది.

మధ్యనవజీవకల్పయుగంలో హిమాలయోత్థాపనం జరిగిన కాలంలో ద్వీపకల్పంలో ప్రాంతీయమైన పెద్ద ఊర్ధ్వసమావలనము జరిగింది. తత్కారణంగా ప్రాయమైదానోపరితలం సుమారు 900 మీ. ఎత్తుకి లేవనెత్తబడింది. ఈ ఉపరితలం రెండుదశలలో క్రిందికి దిగబడింది. దీనికి చిహ్నంగా ఉత్తర మైసూరు రాష్ట్రంలో సుమారు 600 మీ. ఎత్తున ఒక అపరదనతలము, ఇంకా క్రింద సుమారు 400 మీ. ఎత్తున మరొక ఉపరితలము కృష్ణానదీ దానిశాఖల విశాల జలోఢపు లోయలమధ్య కనిపిస్తుంది.

తరువాత నవజీవకల్పంలో ఖండితమైన పీఠభూమితలములు కొన్నిప్రాంతీయ ఊర్ధ్వసమావలనములచేత ప్రభావితమయాయి. పునర్నవీకరణము, త్వరితదరీ అపరదనము, తత్సంబంధమైన నదీఅపహరణమువంటి విషయాలలో వీటిప్రభావం కనిపిస్తుంది.

నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్ - ఇండియా

నేషనల్ బుక్ ట్రస్ట్ యిప్పటికి నాలుగువందలకంటె ఎక్కువ పుస్తకాలు విభిన్న భారతీయభాషలలో ప్రచురించింది. ట్రస్ట్ ప్రస్తుత ముద్రణకార్యక్రమంలో ఈ దిగువ వుదహరించబడిన పుస్తకమాలలు చేరినవి.

1. భారతదేశమూ-ప్రజలూ

మామూలుగా చదువుకున్నవ్యక్తికి దేశపు భిన్నభిన్న సమస్యలను, భూగోళమును, వ్యవసాయమును, మానవశాస్త్రమును, భాష, సాహిత్యం, సంస్కృతి మొదలగువాటిని తెలియపర్చటమే ఈ మాల ఉద్దేశ్యం. క్లుప్తంగా దీని ఉద్దేశ్యం సులభశైలిలో ఒక రకమైన విశ్వకోష్‌గా ఈ మాల కావడమే.

2. రాష్ట్రీయ జీవన చరిత్రమాల

ఈ మాలలోపి దాదాపు నూరు పుస్తుకములలో మతం, వేదాంతం, చరిత్ర, సమాజసేవ, సాహిత్యం, సంగీతం, కళావిజ్ఞానములు మొదలయిన వేర్వేరు రంగాలలో, ఆ యా కాలములలో వుదయించిన భారతదేశపు గొప్పవారయిన స్త్రీ పురుషుల సంక్షిప్త జీవిత కథలు చేర్చాలనే ప్రణాళిక వుంది.

3. లోకోపయోగమైన విజ్ఞానమాల

ఈ యుగంలో విజ్ఞానం సాధించిన అసాధారణ వికాసమును, వున్నతిని, మామూలు ప్రజలకు తెలియపర్చడం నేటియుగంలో విజ్ఞాన సహకారం, మహత్యం ప్రజలకు చూపించడమే ఈ మాలయొక్క ముఖ్యోద్దేశం.

4. విశ్వంలోని మహత్య పూర్ణగ్రంథములు

ఈ మాలలో సాధారణ ప్రజానీకానికి ప్రపంచచింతనలో గొప్పగా సహకరించిన ప్రపంచ ప్రసిద్ధిచెందిన గ్రంథాలను భారతదేశపు అన్నిభాషలలో సులభశైలిలో అనువదించి అందించబడతాయి.

5. నేటి ప్రపంచం

ఈ పుస్తకమాలలో సామాన్యులకు తెలిసే సులభశైలిలో ప్రపంచంలోని విభిన్నదేశాల చరిత్రలు సమర్పించబడతాయి.

6. భారతీయ లోకసంస్కృతి

ఈ పుస్తకమాలలో కొన్ని ముఖ్యప్రదేశాల లోకసంస్కృతిమీద పుస్తకములు ప్రచురించబడతాయి. అవి వాటిలో అంతర్నిహితమైన జాతి ఐకమత్యాన్ని చూపిస్తాయి.

7. తరుణభారతీ

భారతదేశపు యువతరంవారి అవసరాన్ని దృష్టిలో వుంచుకుంటూ ఈ మాలను స్థాపించారు. దీనిలో వీరత్వాన్ని కలిగించే ప్రసంగములు, దేశంలోని చరిత్రపు గర్వపడగల పుటలు సమర్పించబడతాయి. నేటి ప్రపంచంలో లభించిన విజ్ఞానమును, సాంకేతికజ్ఞానమునూ, సులభమైనపద్ధతిలో మనస్సు నాహ్లాదపరచునట్లుగా చూపించబడతాయి.

8. జాతీయ ఐకమత్యతలో సహకారం
నెహ్రూ బాలల పుస్తకాలయం

ఈ పుస్తకమాలలో బాలబాలికల కుపయోగపడే పాఠ్యసామగ్రి సమర్పించబడుతుంది. దీని ముఖ్యోద్దేశ్యం జాతి ఐకమత్యభావానికి అంకురార్పణ. ఈ పుస్తకమాలలో అన్ని భారతీయభాషలలో వందపుస్తకములు అచ్చువేయబడతాయి. అన్నిటి ఆకృతి, వెలా ఒకటిగానే వుంటుంది.

9. ఆదాన్ ప్రదానాలు

ఈ ప్రణాళికలో ప్రతి ఒక భారతీయభాషలో పది సర్వోత్కృష్టమైన పుస్తకములు మిగతా అన్ని భారతీయభాషలలోకీ అనువదించబడతాయి.

పూర్వం గణనీయంగా నిర్ణయించి ప్రచురించబడి ఇప్పుడు దొరకని పుస్తకాలూ మరియు విశేష మహత్యంగల క్రొత్త పుస్తకాల ముద్రణకూడా ఈ ట్రస్ట్ద్వారా చేయబడతాయి.

ఈ అన్నిమాలల పుస్తకములు తమతమ రంగాలలో అధికారులైన విద్వాంసులద్వారా వ్రాయబడతాయి. ముద్రణపుస్తకములు మంచివిగా వుండేటట్లు వాటి వెలలుకూడా తక్కువగా వుండేటట్లుగానే చూస్తారు.

భారతదేశమూ : ప్రజలూ - గ్రంథమాల

తయారగుచున్న గ్రంథములు

వ్యవసాయము

1. ఆహారధాన్యములు	డాక్టర్ ఎం. ఎస్. స్వామినాథన్, డైరెక్టరు, భారతీయ వ్యవసాయ పరిశోధన సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.
2. నీటిపాఱుదల	శ్రీ బలేశ్వర్ నాథ్.

పురావస్తు తత్త్వశాస్త్రము

3. భారతదేశ పురావస్తుశాస్త్ర చరిత్రము	శ్రీ ఓ. పి. టాండన్.

సస్యశాస్త్రము

4. సాధారణ భారతీయ ఫెర్న్లు	డాక్టర్ ఎస్. సి. వర్మ, సస్యశాస్త్రశాఖ, పంజాబు విశ్వవిద్యాలయము.
5. భారతదేశపు పొదలు, తీగలు	ఆచార్య ఎమ్. పి. రెయ్‌జాద, అధ్యక్షులు, డి. ఏ. వి. కళాశాల, డెహ్రాడూన్.

సంస్కృతి

6. దక్షిణ భారతదేశ దేవాలయాలు	శ్రీ కే. ఆర్. శ్రీనివాసన్, పై విచారణాధికారి, భారతీయ పురావస్తు తత్త్వపరిశీలన సంస్థ, దక్షిణకేంద్రము, మద్రాసు.
7. సంగీతము	శ్రీ ఠాకూర్ జయదేవ్ సింగ్, మాజీ ప్రధాన ప్రసారకులు, ఆలిండియా రేడియో, న్యూఢిల్లీ.
8. పంజాబు	సర్దార్ కుష్వంత్ సింగ్, ఢిల్లీ.

9. ఆంధ్రప్రదేశము — శ్రీ నార్ల వేంకటేశ్వరరావు, ఎం. పి.

10. భారతీయ భాషా లిపి చరిత్రము — ఆచార్య ఎ. కె. నారాయణ్, అధ్యక్షులు, భారతీయ పూర్వ చరిత్ర, కళా-పురావస్తుశాస్త్ర శాఖ, కాలేజ్ ఆఫ్ ఇండాలజీ, హిందూ విశ్వవిద్యాలయము, వారణాశి.

భూగోళశాస్త్రము

11. భారతదేశ దేశపటముల గ్రంథము — డాక్టర్ ఎస్. పి. ఛటర్జీ, డైరెక్టరు, దేశీయ అట్లాస్ సంఘము, కలకత్తా.

12. ఆంధ్రప్రదేశ్ భూగోళము — డాక్టర్ షా మంజూర్ ఆలమ్, డైరెక్టరు, హైద్రాబాద్ మెట్రోపాలిటన్ రిసెర్చ్ ప్రాజెక్ట్, ఉస్మానియా విశ్వవిద్యాలయము, హైద్రాబాద్.

13. బీహార్ భూగోళము — డాక్టర్ పి. దయాళ్, భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, పాట్నా విశ్వవిద్యాలయము, పాట్నా.

14. ఢిల్లీ భూగోళము — డాక్టర్ ఎమ్. పి. ఠాకూర్, భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, ప్రిన్సిపాల్, భగత్ సింగ్ ప్రభుత్వ కళాశాల, న్యూఢిల్లీ.

15. మధ్యప్రదేశ్ భూగోళము — డాక్టర్ కే. ఎన్. వర్మా, భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు; ప్రభుత్వ టి. ఆర్. ఎస్. కళాశాల, రేవా; మధ్యప్రదేశ్.

16. మహారాష్ట్ర భూగోళము — డాక్టర్ సి. డి. దేశ్‌పాండే, విద్యాశాఖ డైరెక్టరు, మహారాష్ట్ర ప్రభుత్వము; పూనా-1.

17. మైసూరు భూగోళము	డాక్టర్ ఎల్. ఎస్. భట్, ప్రొఫెసరు; ఇండియా విషయ సంగ్రహణ సంస్థ: (ప్రాంతీయ సర్వేశాఖ) యోజన భవన్, న్యూఢిల్లీ.
18. ఒరిస్సా భూగోళము	డాక్టర్ బి. ఎన్. సిన్హా, భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, విశ్వవిద్యాలయము, ధార్వార్.
19. పంజాబు భూగోళము	డాక్టర్ ఓ. పి. భరద్వాజ్, ప్రిన్సిపాల్, ప్రభుత్వ కళాశాల; లూధియానా.
20. హరియానా భూగోళము	,, ,, ,, ,,
21. ఉత్తరప్రదేశ్ భూగోళము	డాక్టర్ ఎ. ఆర్. తివారి, భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, సెయింట్ జాన్స్ కళాశాల, ఆగ్రా.
22. జమ్ము-కాశ్మీర్ భూగోళము	డాక్టర్ ఎ. ఎస్. రెయ్‌నా, భూగోళశాస్త్ర శాఖాధ్యక్షులు, జి. సి. ఎమ్. కళాశాల, జమ్ము.
23. భారతదేశపుభూగోళము	డాక్టర్ ఆర్. పి. మిశ్రా, అధ్యక్షులు, పోస్టు గ్రాడ్యుయేట్ ట్రెయినింగ్ & రిసెర్చి సెంటర్, భూగోళశాఖ, మైసూరు విశ్వవిద్యాలయము.
24. భారతదేశపు నదులు	డాక్టర్ ఎస్. డి. మిశ్రా.

సాంఘికశాస్త్రము-సాంఘికవిజ్ఞానము

25. భారతదేశ ప్రజాప్రభుత్వము	ప్రొఫెసర్ వి. కే. ఎన్. మీనన్, మాజీ భారతీయ ప్రభుత్వ నిర్వహణ సంస్థ డైరెక్టరు, న్యూఢిల్లీ.

26. భారతదేశ భాషాచరిత్రము	డాక్టర్ ఎస్. ఎమ్. కత్రే, డైరెక్టరు, దక్కన్ కళాశాలా పోస్ట్ గ్రాడ్యుయేట్ & పరిశోధన సంస్థ, పూనా-6.
27. భారతదేశపు ప్రజలు	డాక్టర్ ఎస్. సి. సిన్హా
28. ఇండియా చట్టములు	డాక్టర్ జి. ఎస్. శర్మ, భారతీయ చట్ట సంస్థ, న్యూఢిల్లీ.
29. భారతీయ రైల్వేలు	శ్రీ ఎం. ఎ. రావ్, మాజీ సభ్యులు, రైల్వే సంస్థ.
30. భారతదేశపు కుటీర పరిశ్రమలు, చేతిపనులు	డాక్టర్ ఎ. బి. మిశ్రా, సంపదశాస్త్ర రీడర్, విక్రమ్ విశ్వవిద్యాలయము.
31. పురాతన భారతీయ ప్రజాసంస్థలు	డాక్టర్ అల్లాస్టి గోపాల్, హిందూ విశ్వవిద్యాలయము, వారణాశి.
32. పురాతన భారతీయ నౌవాణిజ్యములు, వాణిజ్య మార్గములు	డాక్టర్ బి. ఆర్. శ్రీవత్సవ, హిందూ విశ్వవిద్యాలయము, వారణాశి.

జంతుశాస్త్రము

33. కీటకములు	డాక్టర్ ఎ. పి. కపూర్, డైరెక్టరు, భారతీయ జంతుశాస్త్ర సర్వే, కలకత్తా.
34. చేపలు	డాక్టర్ (మిస్) ఎం. చాండీ, ప్రిన్సిపాల్, మిరాండా హవుస్, ఢిల్లీ విశ్వవిద్యాలయము, ఢిల్లీ.
35. చేతిపనులు	శ్రీమతి జస్లీన్ ధామిజా.

[సూచన: నిపుణులైన గ్రంథకర్తలతో ఇతర రచనల విషయమై సంప్రతింపులు జరుపబడుచున్నవి.]

భారతదేశమూ : ప్రజలూ

వెలువడిన పుస్తకములు

	మేలుప్రతి రూ.	సాదాప్రతి రూ.
1. పూలచెట్లు డాక్టర్ ఎమ్. ఎస్. రన్‌ధావా (హిందీ, మరాఠీ, బెంగాలీ భాషల లోను దొరకును)	9-50	6-50
2. అస్సాము వాఙ్మయము ఆచార్య హేమ్ బరువా (హిందీలోను దొరకును)	7-50	5-00
3. సామాన్య వృక్షములు డాక్టర్ హెచ్. సాంతపౌ (హిందీ, బెంగాలీ, గుజరాతీ, అరవము, మరాఠీ భాషలలోను దొరకును)	8-25	5-25
4. హిందూదేశపు పాములు డాక్టర్ పి. జె. దేవరస్ (గుజరాతీ, మరాఠీ, అరవ భాషలలోను దొరకును)	9-50	6-50
5. దేశము - మన్ను డాక్టర్ ఎస్. పి. రాయ్ చౌధరి (హిందీలోను దొరకును)	8-25	5-25
6. భారతదేశపు ఖనిజములు శ్రీమతి మెహర్ డి. ఎన్. వాడియా	8-25	5-25

	మేలుప్రతి రూ.	సాదాప్రతి రూ.
7. పెంపుడు జంతువులు ఆచార్య హర్బన్స్ సింగ్ (హిందీ, పంజాబీ, అరవ భాషలలోను దొరకును)	8-00	4-25
8. అడవులు - ఆటవిక శాస్త్రము శ్రీ కె. పి. సాగ్రీయ (హిందీ భాషలోను దొరకును)	8-50	5-25
9. రాజస్థాన్ భూగోళము డాక్టర్ వి. సి. మిశ్రా	8-25	6-00
10. పూలతోట డాక్టర్ విష్ణు స్వరూప్ (హిందీ భాషలోను దొరకును)	9-50	6-00
11. జనాభా డాక్టర్ ఎస్. ఎన్. అగర్వాలా (హిందీ, గుజరాతీ, అరవము, ఉర్దూ, మలయాళ భాషలలోను దొరకును)	7-00	3-75
12. నికోబార్ దీవులు శ్రీ కె. కె. మాథుర్ (హిందీ, మరాఠీ భాషలలోను దొరకును)	9-00	5-50
13. సామాన్య పక్షులు డాక్టర్ సలీమ్ అలీ అండ్ శ్రీమతి లాయిక్ ఫతే అలీ	15-00	9-00

	మేలుప్రతి	సాదాప్రతి
	రూ.	రూ.
14. కాయగూరలు		
డాక్టర్ బి. చౌధరి (పంజాబీ భాషలోను దొరకును)	8-25	5-25
15. హిందూదేశపు ఆర్థిక భూగోళము		
ఆచార్య వి. ఎస్. గణనాథన్ (హిందీ భాషలోను దొరకును)	8-25	5-25
16. హిందూదేశపు ప్రాకృతిక భూగోళము		
ఆచార్య పి. ఎస్. పిచ్చుముత్తు	8-25	5-25
17. ఔషధమూలికలు		
డాక్టర్ ఎస్. కె. జెయిన్ (హిందీ భాషలోను దొరకును)	9-00	5-75
18. పశ్చిమబెంగాల్ భూగోళము		
ఆచార్య ఎస్. సి. బోస్	9-00	6-00
19. హిందూదేశపు భూగర్భశాస్త్రము		
డాక్టర్ ఎ. కె. దే.	8-50	5-25
20. ఋతుపవనములు		
డాక్టర్ పి. కె. దాస్	7-50	4-25
21. రాజస్థాన్		
డాక్టర్ ధరమ్‌పాల్	7-75	4-50
22. హిందూదేశము - సామాన్య అవలోకనము		
డాక్టర్ జార్జ్ కురియన్	9-50	6-00

	మేలుప్రతి	సాదాప్రతి
	రూ.	రూ.
23. అస్సాముయొక్క ఆదిమ ప్రజలు (సంపాదకులు) డాక్టర్ ఎస్. బర్కటాకి	8-00	4-75
24. అస్సాము (సంపాదకులు) డాక్టర్ ఎస్. బర్కటాకి	8-00	4-75
25. ఉత్తర హిందూదేశపు దేవాలయములు శ్రీకృష్ణదేవర్	7-50	4-00
26. స్థావరముల వ్యాధులు డాక్టర్ ఆర్. ఎస్. మాథుర్	8-00	4-75
27. ఫలములు ఆచార్య రంజిత్ సింగ్	9-25	5-75

జాతీయ జీవిత గ్రంథమాల

ప్రధాన సంపాదకుడు

డాక్టర్ బి. వి. కేస్కర్

ఆచార్య కె. స్వామినాథన్ శ్రీ ఎం. వి. దేశాయ్

తయారీలోనున్న గ్రంథములు

గ్రంథముపేరు	రచన
1. నరసింహ మెహతా	శ్రీ కె. కె. శాస్త్రి
2. నామదేవ	శ్రీ ఎల్. జి. జోగ్
3. స్వామి వివేకానంద	శ్రీ ఎ. కె. శాస్త్రి
4. స్వామి రామదాస	ఆచార్య ఎం. జి. దేశ్‌ముఖ్
5. స్వామి రామతీర్థ	శ్రీ డి. ఆర్. సూద్
6. స్వామి దయానంద	శ్రీ వీరేంద్రకుమార్ సింగ్
7. చైతన్య	శ్రీ దిలీప్‌కుమార్ ముఖర్జీ
8. బాణ	డాక్టర్ లల్లన్‌జీ గోపాల్
9. సిద్ధరాజ	శ్రీ చినూభాయ్ జె. నాయక్
10. హబ్బ ఖతూన్	శ్రీ నందలాల్ చావ్లా
11. చంద్రగుప్త విక్రమాదిత్య	డాక్టర్ రాజ్ బలి పాండే
12. పులకేశి II	డాక్టర్ జైప్రకాశ్‌సింగ్
13. కనిష్క	శ్రీ ఎ. కె. నారాయణ్
14. ఖోజ పర్మార్	శ్రీ సి. కె. త్రిపాఠి
15. పృథ్వీరాజ్ చౌహాన్	డాక్టర్ విద్యాప్రకాశ్
16. సవాయ్ జైసింగ్	శ్రీ రాజేంద్రశంకర్ భట్
17. మౌలానా అబుల్ కలాం ఆజాద్	శ్రీ మాలిక్ రామ్
18. పండిత మదనమోహన మాలవ్యా	శ్రీ సీతాచరణ్ దీక్షిత్
19. జి. జి. అగార్కర్	ఆచార్య జి. పి. ప్రధాన్
20. పురందర దాస	శ్రీ వి. సీతారామయ్య
21. తాన్‌సేన్	ఠాకూర్ జైదేవ సింగ్
22. రామానుజన్	డాక్టర్ బి. డి. శర్మ
23. జె. సి. బోస్	శ్రీ ఎస్. ఎన్. బాసు
24. సర్ఫోజీ భోన్‌స్లే	శ్రీ ఆర్. గోపీనాథ్
25. బసవణ్ణ	శ్రీ చిదానందమూర్తి

జాతీయ జీవిత గ్రంథమాల

వెలువడిన గ్రంథములు

గ్రంథముపేరు	రచన	వెల
1. గురుగోవిందసింగ్ (మూడవముద్రణము)	డాక్టర్ గోపాల్‌సింగ్	2.00
2. గురునానక్ (ద్వితీయ ముద్రణము)	డాక్టర్ గోపాల్‌సింగ్	2.25
3. కబీర్	డాక్టర్ పారస్‌నాథ్ తివారి	1.75
4. రహీమ్	డాక్టర్ సమర్ బహదూర్ సింగ్	2.00
5. మహారాణా ప్రతాప్ (హిందీ)	శ్రీ ఆర్. ఎస్. భట్	1.75
6. అహల్యాబాయి (హిందీ)	శ్రీ హీరాలాల్ శర్మ	1.75
7. త్యాగరాజు	ఆచార్య పి. సాంబమూర్తి	2.00
8. పండిత భత్ఖండే	డాక్టర్ ఎస్. ఎన్. రతన్‌జంకర్	1.25
9. పండిత విష్ణుదిగంబర్	శ్రీ వి. ఆర్. ఆథావలే	1.25
10. శంకరదేవ	డాక్టర్ మహేశ్ నియోగ్	2.00
11. రాణీ లక్ష్మీబాయి (హిందీ)	శ్రీ వృందావనలాల్ వర్మ	1.75
12. సుబ్రహ్మణ్య భారతి	డాక్టర్ (శ్రీమతి) ప్రేమనందకుమార్	2.25
13. హర్ష	శ్రీ వి. డి. గంగల్	1.75
14. సముద్రగుప్త (హిందీ)	డాక్టర్ లల్లన్‌జీ గోపాల్	1.25
15. చంద్రగుప్తమౌర్య (హిందీ)	డాక్టర్ లల్లన్‌జీ గోపాల్	1.50
16. కాజీ నస్రుల్ ఇస్లాం	శ్రీ బసుధ చక్రవర్తి	2.00
17. శంకరాచార్య	ఆచార్య టి. ఎం. పి. మహాదేవన్	2.00
18. అమీర్ ఖుస్రో	శ్రీ సయ్యద్ ఘులాం సమ్నానీ	1.75
19. నానా ఫడ్నవీస్	డాక్టర్ వై. ఎన్. దేవధర్	1.75
20. రంజిత్‌సింగ్	శ్రీ డి. ఆర్. సూద్	2.00
21. హరినారాయణ్ ఆప్టే	డాక్టర్ ఎం. ఎ. కరందికర్	1.75
22. ఆర్. జి. భండార్కర్	డాక్టర్ హెచ్. ఎ. ఫడ్కే	1.75
23. ముత్తుస్వామి దీక్షితర్	జస్టిస్ టి. ఎల్. వెంకట్రామఅయ్యర్	2.00
24. మీర్జా గాలిబ్	శ్రీ మాలిక్ రామ్	2.00
25. సూరదాస్ (హిందీ)	శ్రీ వ్రజేశ్వర్	1.75
26. రామానుజాచార్య	శ్రీ ఆర్. పార్థసారధి	2.00
27. ఈశ్వరచంద్ర విద్యాసాగర్	శ్రీ యస్. సి. బోస్	2.00